

El Sistema Nacional de Calidad  
y los Estándares en Colombia:  
el Impacto de las Certificaciones de Calidad  
en el Desempeño Exportador de las Empresas

Fredy Mauricio Torres Velásquez

Código 407624

Trabajo de Tesis para optar por el título de Maestría

Director

Ricardo Bonilla

Magíster en Ciencias Económicas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Ciencias Económicas

Bogotá, D. C.

2010



## **Dedicatoria**

A mi madre...



## Agradecimientos

Muy escuetamente presento mis más sinceros agradecimientos a Sara Rivera por su apoyo en la consecución de los datos, a Francisco Lozano por su gran enseñanza y a todos los que me recordaron que debía terminarla...

Este documento sigue las disposiciones de las Resoluciones 374 y 399 de 2009 del Consejo de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, y en la medida de lo posible, los parámetros de la Norma Técnica Colombiana NTC1486 (Sexta Actualización).

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes . . . . .	1
1.2. Justificación . . . . .	6
1.3. Objetivos . . . . .	9
 <b>2. Marco Conceptual</b>	 <b>11</b>
2.1. Estructura del mercado . . . . .	11
2.2. Aproximación Teórica . . . . .	16
2.2.1. Efectos de la estandarización . . . . .	16
2.2.2. Efectos de la diferenciación de productos . . . . .	18
2.3. Aproximación Empírica . . . . .	20
2.3.1. La necesidad de los estándares . . . . .	20
2.3.2. La regulación como un obstáculo al comercio . . . . .	21
2.3.3. Investigaciones empíricas . . . . .	23
2.4. Modelo Teórico . . . . .	27

---

2.4.1. Escenario sin barreras al comercio . . . . .	27
2.4.2. Escenario con exigencia de estándares . . . . .	28
2.4.3. Escenario con certificación . . . . .	29
<b>3. Metodología</b>	<b>31</b>
3.1. Introducción . . . . .	31
3.2. Evaluación de Impacto (efectos de corto plazo) . . . . .	34
3.2.1. Diferencia en el tiempo . . . . .	36
3.2.2. Diferencia entre observaciones . . . . .	37
3.2.3. Matching . . . . .	37
3.2.4. Propensity Score Matching . . . . .	38
3.2.5. Matching y Doble Diferencia . . . . .	42
3.2.6. Matching y Radio . . . . .	44
3.3. Datos . . . . .	44
3.3.1. Fuentes de datos . . . . .	44
3.3.2. Muestra . . . . .	48
3.3.3. <i>Clusters</i> . . . . .	49
3.3.4. Tratamiento . . . . .	53
3.3.5. Variables de control . . . . .	54
<b>4. Resultados</b>	<b>57</b>
4.1. Resultados generales . . . . .	60
4.2. Impacto por tipo de empresa . . . . .	65
4.3. Impacto por sectores . . . . .	71



---

<b>5. Conclusiones</b>	<b>73</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>79</b>
<b>A. Estado del SNNCM</b>	<b>87</b>
<b>B. Propensity Score Matching</b>	<b>91</b>
B.1. Estimación . . . . .	91
B.2. Ajuste . . . . .	93
B.2.1. Coeficiente de determinación . . . . .	93
B.2.2. Prueba de predicción . . . . .	93
B.2.3. Receiver Operating Characteristics Curve . . . . .	94
B.2.4. Predicción de probabilidades . . . . .	94
B.2.5. Signo esperado y Significancia Individual . . . . .	94
B.2.6. Significancia conjunta . . . . .	95
B.3. Pruebas . . . . .	97
<b>C. Pruebas Panel y <i>matching</i></b>	<b>101</b>
<b>D. Desempeño exportador</b>	<b>107</b>
<b>E. Normas y Variables</b>	<b>111</b>
E.1. NIT . . . . .	111
E.2. Normas . . . . .	112
E.3. Variables . . . . .	115



# Índice de figuras

2.1. Esquema del SNNCM . . . . .	12
4.1. Resumen: Impacto de certificaciones en procesos . . . . .	70
4.2. Resumen: Impacto de certificaciones en productos y reglamentos . . . . .	70
B.1. Curva ROC para cada tratamiento . . . . .	97
B.2. Soporte común para Norma y Proceso . . . . .	98
B.3. Soporte común para Producto 1 y RT 1 . . . . .	99
B.4. Soporte común para Producto 2 y RT 2 . . . . .	100
D.1. Desempeño exportador por experiencia y tamaño . . . . .	108
D.2. Exportaciones por sectores . . . . .	109
D.3. Destinos de exportaciones por sectores . . . . .	109
D.4. Productos exportados por sectores . . . . .	110



# Índice de cuadros

3.1. Cadena de resultados de las certificaciones de calidad . . . . .	32
3.2. Muestra . . . . .	49
3.3. Clasificación de sectores . . . . .	52
3.4. Tamaño según número de empleados . . . . .	52
3.5. Tipos de tratamiento . . . . .	54
4.1. Resultados: Modelos de <i>propensity score</i> por tipo de tratamiento . . . . .	59
4.2. Resultados: Impacto general por tipo de modelo . . . . .	62
4.3. Resultados: Impacto de normas y procesos por tipo de empresa . . . . .	65
4.4. Resultados: Impacto de productos y reglamentos por tipo de empresa . . . . .	68
4.5. Resultados: Impacto por sectores . . . . .	72
C.1. Pruebas modelos de impacto general (cuadro 4.2) . . . . .	102
C.2. Pruebas modelos de impacto por tipo de empresa 1 (cuadro 4.3) . . . . .	103
C.3. Pruebas modelos de impacto por tipo de empresa 2 (cuadro 4.4) . . . . .	104
C.4. Pruebas modelos de impacto por sectores 1 (cuadro 4.5) . . . . .	105

C.5. Pruebas modelos de impacto por sectores 2 (cuadro 4.5) . . . . .	106
E.1. Normas de proceso (internacionales) en la EDIT II . . . . .	112
E.2. Normas de producto (nacionales) en la EDIT II . . . . .	113
E.3. Normas de producto (nacionales) en la EDIT II - continuación . . . . .	114
E.4. Variables incluidas en el <i>propensity score</i> . . . . .	115
E.5. Variables incluidas en el panel . . . . .	116

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Antecedentes

Como resultado del creciente proceso de globalización de las economías y de la conformación de bloques regionales comerciales en busca de la liberalización del comercio, la cooperación técnica y la inversión, la oferta local de productos ha aumentado, permitiendo la competencia en el mercado nacional de bienes y servicios provenientes de diferentes lugares del mundo (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2005, pág. 5 [11]).

Dado este nuevo paradigma de competencia, más países han empezado a implementar regulaciones y especificaciones técnicas como instrumento de aplicación de sistemas de aseguramiento de la calidad. Esta nueva política busca asegurar que se dé una competencia justa y exista una garantía de la calidad de tales productos en cuanto a su efectividad e inocuidad, así como la garantía de implementación de los controles necesarios al tránsito de mercancías. La estructura institucional de estos sistemas se basa en, al menos, los siguientes pilares: expedición de reglamentos, diseño y calibración de instrumentos para

la verificación del cumplimiento de tales normas, sistemas de evaluación y certificación, y acreditación de la idoneidad de las entidades encargadas de tales funciones (Maskus, Wilson y Otsuki, 2000, pág. 4 [28]).

En vista de estas nuevas condiciones de competencia, en Colombia el Gobierno Nacional ha hecho importantes esfuerzos en el desarrollo de políticas públicas sectoriales orientadas a fortalecer la eficiencia y competitividad del aparato productivo nacional y la consolidación de una oferta exportable de talla mundial (DNP, 2006, pág. 4 [12]).

Tales esfuerzos han estado orientados a la generación de mecanismos que, por su dispersión, no han estado integrados a una verdadera Política de Calidad (DNP, 2005, pág. 11 [11]). Una Política de calidad integral permitiría mejorar el comercio y garantizar la seguridad ambiental y la inocuidad en el consumo de bienes, así como otros objetivos sociales y económicos sobre los que se diseñan las normas de calidad, como la facilidad de la producción, la compatibilidad de bienes, la reducción de los costos de transacción, la calidad de los bienes y la apropiada provisión de bienes públicos.

Para superar los problemas de desarticulación de tales iniciativas, a través del Decreto 2269 de 1993, el Gobierno Nacional creó el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología (SNNCM), el cual tiene como eje central la normalización técnica, entendida como un instrumento para conseguir una mayor productividad y competitividad del aparato productivo nacional, garantizar la calidad de bienes y servicios y proteger de los derechos de los consumidores. Este primer esfuerzo, buscó ser consolidado con el documento CONPES 3446 “Lineamientos para una Política Nacional de la Calidad”, cuyo objetivo es involucrar plenamente la Política de la Calidad con la visión de la posterior



Política Nacional de Competitividad y Productividad. El documento postula una serie de recomendaciones para transformar el anterior Sistema en un Subsistema Nacional de la Calidad. Este Subsistema está en proceso de convertirse en un instrumento de soporte para la competitividad de las empresas colombianas (Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), 2006, pág. 4 [8]), y hoy aún tiene grandes retos pendientes, como se evidencia en los notables rezagos que hay en la implementación de la Política.

De acuerdo con el Gobierno Nacional (DNP, 2005, pág. 4 [11]), estos objetivos pueden alcanzarse en la medida en que el conjunto de herramientas dispuestas dentro del Sistema Nacional de Competitividad y Productividad impulsen una cultura de búsqueda de la calidad, promoviendo la adopción de estándares de calidad en la producción.

No obstante, a pesar de que la regulación impuesta en cada país busca controlar los riesgos que puedan amenazar derechos básicos de la nación como la vida, la salud, la seguridad nacional, el medio ambiente y la apropiada información para los consumidores, los estándares y las reglamentaciones técnicas pueden ser utilizados como medios ocultos de protección a la industria nacional, y de hecho así ha ocurrido (Essaji, 2005, pág. 29 [13]). Los procesos de normalización pueden convertirse en obstáculos técnicos al comercio que buscan la protección del aparato productivo nacional o algunas de sus industrias en particular, pero que también pueden afectar la competencia y privar a los consumidores del aprovechamiento de sus beneficios.

Incluso, si los fines de las normas no son propiamente proteccionistas, su diseño puede ser discriminatorio para productores nacionales o extranjeros, en particular, el de los estándares ambientales, de seguridad y compatibilidad. Tal hipótesis no es nueva, y ha

tenido un respaldo generalizado en el comercio internacional al menos desde 1947, año en que el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT por su nombre en inglés) incluyó cláusulas sobre cómo los estándares pueden afectar el comercio internacional. Más adelante, en 1979, se firmó el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio, documento revisado y puesto en vigencia en la ronda de Uruguay, en la cual se creó la Organización Mundial del Comercio (OMC) (World Trade Organization (WTO), 2005, págs. 29 y 46 [43]). El Acuerdo conmina a los países miembros de la OMC a asegurarse de no aplicar reglamentos que puedan crear obstáculos al comercio internacional, a menos que tales normas se requieran para alcanzar objetivos legítimos.

A pesar del respaldo que ha tenido esta idea, no hay una amplia evidencia empírica de los efectos restrictivos del comercio. Se destaca la investigación de Essaji (*Op cit* [13]), quien muestra cómo el uso proteccionista de regulaciones técnicas es un importante problema en 243 industrias en Estados Unidos. Otros estudios como el de Henson, Loader y Swinbank (1999 [25]), abordan el estudio sobre un área más particular, las medidas sanitarias y fitosanitarias. Casos concretos de disputas y reclamaciones pueden encontrarse en la OMC<sup>1</sup>.

La adopción de normas técnicas puede fomentar la compatibilidad de los productos y la competencia, reducir los costos, aumentar la competitividad y funcionar como señal de diferenciación de calidad, derivando en la disminución de las asimetrías de información (CONPES, 2006, pág. 18 [8]). Sin embargo, la apertura de mercados y la exportación

---

<sup>1</sup>Una muestra de las disputas generales y las relacionadas con obstáculos técnicos al comercio pueden verse en el sitio web de la OMC, accediendo a [http://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/dispu\\_s/dispu\\_agreements\\_index\\_s.htm?id=A22](http://www.wto.org/spanish/tratop_s/dispu_s/dispu_agreements_index_s.htm?id=A22)

de nuevos productos también pueden afectar negativamente los patrones de comercio, el acceso de los productores a nuevos mercados de exportación y los costos que deben pagar los consumidores (WTO, *Op cit*, págs. 29 y 46 [43]).

El resultado de la imposición de normas técnicas nacionales dependerá entonces de la capacidad del país para apoyar y fortalecer los procesos de mejoramiento de la calidad. Esta capacidad puede estar relacionada con su nivel de desarrollo (Maskus et al, 2000, pág. 3 [28]), el estado de su política de innovación, ciencia y tecnología, los sectores en que se den esos procesos y otros factores no derivados directamente de una política y un sistema nacional de la calidad como la experiencia exportadora, las facilidades al comercio, los acuerdos de libre comercio y la tasa de cambio, entre otros.

En vista de tal discusión, se hace necesario determinar los efectos que ha tenido la creación del Sistema Nacional de Calidad, y en particular su principal instrumento de evaluación de la conformidad, es decir, las certificaciones de calidad, en el desempeño exportador de las empresas colombianas. Sobre este hecho no hay evidencia concluyente en investigaciones sobre empresas colombianas, aunque sí pueden encontrarse algunas respuestas limitadas en investigaciones internacionales.

Por tanto, esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de las certificaciones en el cumplimiento de estándares de calidad en el desempeño exportador de las empresas colombianas, partiendo del supuesto de que la exigencia del cumplimiento de estándares de calidad constituye una restricción al comercio. Sobre este supuesto, se plantea la hipótesis de que, si Colombia ha fortalecido suficientemente los procesos y sistemas de normalización, regulación técnica y evaluación de la conformidad, la competencia de las empresas

nacionales en los mercados internacionales debe haberse fortalecido como resultado de la certificación de que sus procesos cumplen con estándares mínimos de calidad.

## 1.2. Justificación

Aunque el establecimiento de estándares internacionales puede obedecer a la necesidad de proteger la salud pública, la seguridad nacional o los intereses que caracterizan a los consumidores de un país, estos también pueden ser utilizados como un mecanismo indirecto de protección de la economía, incluso si no es ese su objetivo, pues dependiendo de su diseño y aplicación, los estándares pueden ser discriminatorios con determinados socios comerciales, generando una restricción a las importaciones. En este sentido, los estándares internacionales pueden tener diversos efectos sobre el comercio internacional.

Con este estudio no se pretende evaluar qué tan restrictivos al comercio son estos instrumentos, de hecho se parte del supuesto de que los estándares son un obstáculo técnico al comercio, y por tanto se quiere evaluar cuál es el efecto de las certificaciones de calidad en el comercio. En la medida en que los países restringen la entrada de productos con argumentos legítimos o no sobre la calidad de los productos, existe una restricción al comercio que sólo puede superarse con la certificación de los productos (Maskus et al, 2000, pág. 11 [28]). En este sentido, el objetivo de esta investigación es determinar si el Sistema Nacional de la Calidad, a través de las certificaciones de calidad, ha impulsado efectivamente la inserción externa de las empresas nacionales.

El efecto neto no está claramente determinado pues, como lo reseña Castagnino (2006, pág. 93 [6]), varios estudios han mostrado que el efecto de los estándares internacionales

dependerá del nivel de desarrollo de los países que adopten las normas, ya que tales normas pueden contribuir a corregir fallas de mercado y mejorar la competitividad de las empresas en los países desarrollados, o imponer costos excesivos a las firmas de países en desarrollo, limitando su inserción o sostenimiento en el comercio internacional.

Existen factores diferentes al nivel de desarrollo de los países, que pueden afectar el desempeño exportador de las empresas y cuyos efectos son potencializados o reducidos por las certificaciones de calidad y todo lo que el proceso de certificación implica. En particular, la OMC (*Op cit*, pág. 35 [43]) destaca el perfil exportador de las empresas, su tamaño, su productividad, los sectores en los que produce, las externalidades de redes, la heterogeneidad de los productos, y la competencia en los mercados de destino, entre otros.

En este sentido, la importancia de evaluar el impacto y la efectividad de la política radica en: i) poder establecer las relaciones existentes entre estas variables, ii) legitimar o rechazar este tipo de iniciativas y, iii) retroalimentar a los diseñadores de política sobre los resultados que estos estudios ofrecen, permitiendo tomar decisiones respecto al sostenimiento y direccionamiento de la política.

Es necesario entonces construir un análisis preciso que permita validar o rechazar las diferentes conjeturas que se tienen sobre el efecto de la obtención de certificaciones de calidad en el desempeño exportador de las empresas colombianas. Concretamente, este estudio busca dar un concepto sobre el impacto que tuvo el Sistema Nacional de la Calidad, a través del efecto de las certificaciones de calidad en el valor de las exportaciones, así como la diversidad de productos exportados y los mercados internacionales a los que tuvo acceso la producción manufacturera colombiana en el período 2002-2006. Tanto el período de

estudio como el tipo de empresas y de normas a evaluar fueron seleccionados teniendo en cuenta evidencia empírica, criterios técnicos y restricciones de información que serán detallados más adelante en el capítulo 3.

El principal valor agregado de este trabajo es presentar un análisis del efecto de las certificaciones de calidad sobre el desempeño exportador de las empresas, utilizando una técnica más precisa que la utilizada en otros estudios nacionales y algunos internacionales. En este estudio se aplican los conceptos e instrumentos diseñados en la reciente literatura de evaluación de impacto<sup>2</sup>, los cuales permiten encontrar un grupo de empresas contrafactuales<sup>3</sup> para estimar qué habría pasado si las empresas no se hubieran certificado, de modo tal que se pueda calcular el efecto insesgado del tratamiento sobre las empresas certificadas. También se destaca que en Colombia sólo existe un estudio similar anterior a éste, pero cuya información proviene de una encuesta de opinión, razón por la cual se considera que estudio puede aportar mayor riqueza técnica y precisión, así como permitir estimar puntualmente los impactos de las certificaciones de calidad.

Adicionalmente, de acuerdo con Maskus et al (2000, pág. 45 [28]) hasta 2000 no había mayor evidencia de los efectos de los estándares nacionales e internacionales en los costos de las empresas y el comercio en los países en vía de desarrollo. Sobre este punto, Chen, Otsuki y Wilson (2006, pág. 24 [7]) encontraron impactos generales de los trámites de certificación en países en vía de desarrollo. Castagnino (*Op cit* [6]) se enfocó en los efectos

---

<sup>2</sup>La lista más representativa de estos autores incluye a Rosenbaum, P. y Rubin, D. (1983 [32]), Heckman, J. y Ichimura, H. (1997 [21]), y Smith, J. y Todd, P. (2005 [35]).

<sup>3</sup>Este es un grupo de empresas no certificadas con características similares a las certificadas, lo que las hace comparables con la primeras. Mediante el uso de esta técnica pueden evitarse los sesgos ocasionados por la utilización de grupos de control diferentes.

de las certificaciones en Argentina, diferenciado por algunas características de las empresas, y el presente trabajo avanza en ese mismo sentido con mayor rigurosidad técnica, tomando como población objetivo a las empresas colombianas.

Finalmente, con este trabajo se espera dar un valor agregado a la información disponible en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y la Encuesta de Innovación y Tecnología (EDIT) del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), para que sea útil a los diseñadores de política y los negociadores de acuerdos internacionales de libre comercio, dado el considerable interés de la comunidad política en la determinación de los efectos de las certificaciones de calidad. Este y los anteriores argumentos también encuentran sustento en el trabajo de Maskus et al (2000, pág. 16 [28]), que presenta un interesante marco para el análisis del impacto de los obstáculos técnicos al comercio.

### 1.3. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es encontrar evidencia para rechazar o no la siguiente hipótesis: si Colombia ha fortalecido suficientemente su Sistema Nacional de la Calidad<sup>4</sup>, la competencia de las empresas nacionales en los mercados internacionales, evidenciada a través de su desempeño exportador, debe haberse fortalecido como resultado de los procesos de certificación de cumplimiento de estándares de calidad. Es importante recordar que esta hipótesis parte del supuesto de que los estándares de calidad son

---

<sup>4</sup>Esto implica que la reglamentación de estándares de calidad en Colombia haya promovido de manera significativa el cumplimiento de estándares internacionales de calidad, que su estructura institucional responda a los requerimientos de la industria nacional, y que se haya logrado la acreditación internacional de su sistema y sus entidades.

efectivamente una barrera técnica al comercio.

Para esto se evaluarán los efectos de obtener una certificación de cumplimiento de estándares de calidad en el desempeño exportador de las empresas manufactureras colombianas, observando la evolución del valor de las exportaciones, así como la diversidad de productos exportados y los mercados internacionales a los que exportan en el período 2002-2006.

La consecución de este objetivo general requiere responder las siguientes preguntas: i) ¿Cuáles son los factores que caracterizan la decisión de adoptar una norma técnica?, ii) ¿La certificación de calidad tiene un impacto significativo sobre el volumen de las exportaciones, la diversidad de productos y la generación de nuevos mercados?, iii) ¿Cuál es la diferencia del efecto sobre las empresas que previamente exportaban y las que no lo hacían?, iv) ¿Qué diferentes efectos existen en las empresas pequeñas, medianas y grandes?, y v) ¿Cuáles son los efectos en los diferentes sectores dentro de la industria manufacturera?.

A continuación, en el capítulo 2 se hace un breve repaso sobre las teorías y estudios que pueden ayudar a caracterizar el estudio y dar ciertas hipótesis sobre los resultados esperados. Al final del capítulo se presenta el modelo teórico microeconómico que sustenta el supuesto, la hipótesis principal y los resultados esperados del estudio. El capítulo 3 describe la metodología de estimación de los efectos, la información a utilizar y la caracterización de las diferentes estrategias de medición. El capítulo 4 presenta los resultados de la evaluación y el capítulo 5 hace un resumen general de los resultados y los contrasta con las hipótesis expuestas durante todo el documento, dejando algunas recomendaciones para futuras investigaciones y el diseño de política en la integración del Sistema de la Calidad con la Política de Competitividad.



# Capítulo 2

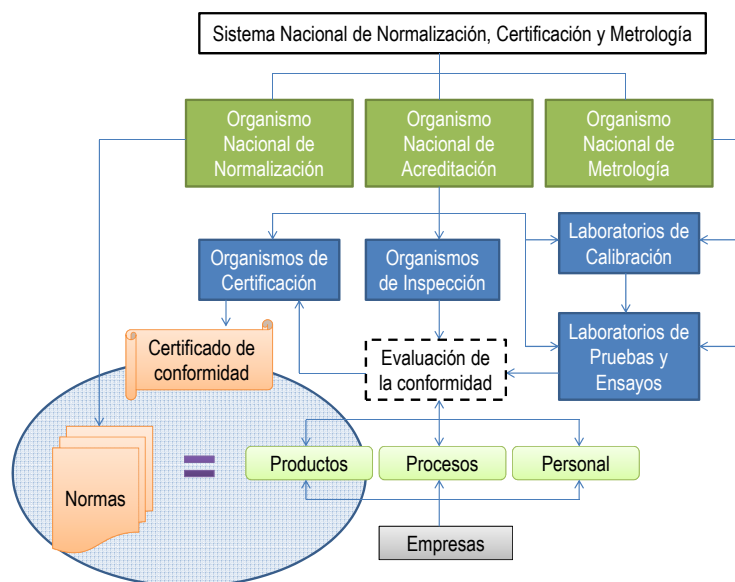
## Marco Conceptual

### 2.1. Estructura del mercado

Hasta ahora se han mencionado varios conceptos que es necesario diferenciar claramente. El SNNCM es el sistema estándar que cobija al mercado de certificaciones de cumplimiento de estándares técnicos. El Sistema Nacional de la Calidad es la figura idónea mediante la cual el país espera promover la calidad, basada en el SNNCM, y el Subsistema de la Calidad es la forma como el SNNCM en su rol de promotor de la calidad, se integraría al resto de sistemas de la ciencia, la tecnología, la innovación, la productividad y la competitividad. Dentro del SNNCM, opera el mercado de las certificaciones de calidad.

Aunque el contexto en el que las empresas obtienen certificaciones de calidad no es precisamente un mercado de servicios comerciales ‘tradicionales’, allí se pueden identificar consumidores, productores y reguladores, en donde se confunden las actividades de regulación y oferta del mercado, dado el precario esquema del Sistema Nacional de la Calidad que opera hoy en Colombia. Este esquema se presenta a continuación.

Figura 2.1: Esquema del SNNCM



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este mercado, el producto es un certificado que garantiza que cierto proceso de producción, bien o servicio, llevado a cabo por una empresa, cumple con ciertos requerimientos estándar que confieren a los productos o servicios prestados una calidad mínima. Estos estándares pueden garantizar que derechos fundamentales como la seguridad, la salud o el medio ambiente no sean afectados por la producción de la industria, casos en los cuales las normas suelen ser obligatorias (WTO, *Op cit*, pág. 44 [43]).

En Colombia, este tipo de normas se expiden usualmente mediante decreto, y reciben el nombre de ‘Reglamento Técnico’. En los casos en que los estándares señalados tienen otros beneficios diferentes a la garantía de los derechos fundamentales antes mencionados, estas normas tienen un cumplimiento voluntario, y en Colombia son llamadas ‘Normas Técnicas Colombianas’ (NTC). En este documento se hará mención a estándares para referirse tanto

a normas voluntarias como obligatorias, y sólo se hará distinción en los capítulos 3 y 4.

Además del producto, en el mercado de las certificaciones de calidad también puede ubicarse con facilidad a los consumidores. Estos agentes están representados por las empresas privadas de cualquier sector y tamaño que requieren certificar que sus productos o los procesos mediante los cuales los elaboran, cumplen con requisitos, normas o una estructura idónea que generalmente se refleja (no siempre de manera evidente) en los bienes que introducen en el mercado.

En este sistema también se encuentra a los oferentes, Organismos de Certificación, que pueden tener un carácter público o privado. Estos organismos realizan procesos de evaluación de la conformidad de los procesos o productos de las empresas con las reglamentaciones, apoyándose en las evaluaciones de los Laboratorios de Pruebas y Ensayos y los Organismos de Inspección, que se encargan de evaluar los procesos o productos de las empresas y verificar que las prácticas o tecnologías que permiten que los productos o procesos cumplan las normas, sigan vigentes.

Finalmente, en un nivel superior dentro del Sistema Nacional de la Calidad se encuentra la estructura de regulación, control y vigilancia de la calidad. Los oferentes deben ser acreditados o autorizados por un Organismo Nacional de Acreditación, que además acredita a los Organismos de Inspección, los Laboratorios de Pruebas y Ensayos, y los Laboratorios de Metrología que funcionan como laboratorios de referencia y calibración para los Laboratorios de Pruebas y Ensayos. Y junto al Organismo Nacional de Acreditación<sup>1</sup> se encuentran

---

<sup>1</sup>En Colombia éste es el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC)

el Organismo Nacional de Metrología<sup>2</sup> y el Organismo Nacional de Normalización<sup>3</sup>.

El Organismo Nacional de Metrología se encarga de establecer los Sistemas Nacionales de Medición, mantener y conservar los patrones de unidades de medida y mantener la trazabilidad metrológica, mientras el Organismo Nacional de Normalización elabora, adopta y publica las normas técnicas, con apoyo de las Unidades Sectoriales de Normalización y bajo la coordinación de la Dirección de Regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT). Los Ministerios y otras entidades del gobierno, son los encargados de expedir reglamentos técnicos.

Observando la estructura de la oferta y la demanda en este particular mercado, pueden formularse hipótesis sobre la forma como se deriva cada una de ellas. Por el lado de la demanda, las empresas solicitan una certificación de calidad de acuerdo con algún estándar o norma técnica, con el deseo de que tal certificación funcione como una señal que les permita crear una ventaja competitiva en el mercado, acceder a otros mercados, optimizar sus procesos, reducir sus costos, responder a las exigencias de clientes y proveedores, y promover la empresa (ICONTEC, 2006, pág. 9 [26]), factores que impactan su rentabilidad.

Por el lado de la oferta se asume que los Organismos de Certificación, como agentes cuyos ingresos dependen de la expedición de certificados, desean maximizar su beneficio, el cual depende de la diferencia entre su ingreso, en término de la cantidad de certificaciones

---

<sup>2</sup>En Colombia, el Grupo de Metrología de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) es quien hace sus veces (CONPES, 2006, Título II - Diagnóstico del sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, Numeral 5 - Metrología [8])

<sup>3</sup>En Colombia, éste es el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) (Decreto 2269 de 1993, Artículo 3o).

que otorgue, y sus costos operativos y administrativos, sujetos al cumplimiento de las normas establecidas en el marco del SNNCM. En este sentido, la oferta y la demanda se encuentran en una estructura de mercado regulada, en que la primera opera como un oligopolio cuyo poder de mercado está restringido y debe condicionar su racionalidad, siguiendo la regulación.

En interrelación con el SNNCM se encuentran el Sistema Nacional de Competitividad, el Sistema Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología, y el Sistema Nacional de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. La implementación de un Sistema de la Calidad bien estructurado y con el debido reconocimiento internacional, contribuiría a facilitar el comercio, incrementar de la competitividad de las empresas colombianas y mejorar la oferta de garantías e información al consumidor.

Los lineamientos de política introducidos en el documento CONPES 3446 buscan: i) el desarrollo de una política para reorganizar el marco institucional del SNNCM; ii) el fortalecimiento de las actividades operacionales<sup>4</sup>; y iii) el reconocimiento internacional del Subsistema Nacional de la Calidad.

En particular, en la medida en que se logre el reconocimiento internacional del SNNCM y de sus organismos<sup>5</sup> de acreditación y certificación mediante convenios o Acuerdos de Reconocimiento Mutuo, se permitirá a las empresas exportadoras ahorrar costos en nuevas

---

<sup>4</sup>El Sistema Nacional de la Calidad tiene seis actividades: i) expedición de reglamentos técnicos, ii) normalización, iii) acreditación, iv) designación, v) evaluación de la conformidad y vi) metrología.

<sup>5</sup>La acreditación es el proceso de reconocimiento de la competencia técnica de un organismo para evaluar que un determinado proceso, producto, sistema o persona cumplen con las especificaciones o requisitos técnicos establecidos mediante reglamento técnico o documento normativo. Su objeto es transferir y asegurar confianza en los procesos de evaluación de la conformidad.

certificaciones en el extranjero, eliminando las barreras técnicas al comercio y promoviendo la mayor competitividad de las empresas nacionales en mercados internacionales.

En este mismo sentido, es importante la credibilidad de la medición de un país, la cual permite que los laboratorios se acrediten y exista un reconocimiento total del sistema, convirtiéndose en un factor clave no sólo en términos de su comercio de exportación, sino también en cuanto a su capacidad para verificar la calidad de los productos que se producen o comercializan en el mercado local.

Sin embargo, debido a la precaria separación de las funciones en el sector público para la ejecución de las actividades propias del sistema de la calidad, así como a los reducidos presupuestos la cumplimiento de estas funciones, este mercado opera en condiciones deficientes. Estas falencias se ilustran en el anexo [A](#).

## **2.2. Aproximación Teórica**

El problema de determinación del impacto de las certificaciones de calidad en el desempeño de las empresas y los efectos en las estructuras de mercado, ha tenido diferentes aproximaciones teóricas en la literatura reciente. A continuación se hace una breve referencia a este tipo de literatura.

### **2.2.1. Efectos de la estandarización**

Una primera perspectiva, como es descrita por Swann, Temple y Shurmer (1996, pág. 1298 [\[37\]](#)), planteada sobre la teoría de las ventajas comparativas, sugiere que los actuales mercados internacionales son dinámicos y que en en largo plazo la participación de los

países en el mercado mundial depende en buena medida de la calidad por encima del precio. Bajo este enfoque, el desarrollo de un sistema nacional de estándares de productos y procesos es un elemento esencial de esta nueva dinámica de mercado, en algunos casos reconocido como una característica que puede mejorar la percepción de calidad de los productos nacionales e incluso afectar de forma positiva su desempeño exportador (Swann et al, *Op cit*, pág. 1299 [37]).

En este sentido es claro que un sistema de calidad, en la medida en que establezca un conjunto de instrumentos que incentive el mejoramiento de procesos, productos y servicios, puede afectar positivamente la calidad, creando un escenario para generar ventajas comparativas en el comercio internacional.

Sin embargo, no necesariamente todas las normas llegan a generar ventajas comparativas. Por ejemplo, aquellas normas basadas en estándares no ‘populares’ pueden constituir desventajas en el comercio mundial, por incompatibilidad (WTO, *Op cit*, pág. 35 [43]) o restricciones de origen idiosincrático. De acuerdo con este enfoque, si las normas con que se elaboran los productos nacionales son consideradas como idiosincráticas por compradores de otras latitudes, tales mercados serán difíciles de alcanzar. Este es uno de los planteamientos políticos que llevó a la Organización Mundial del Comercio a promover un Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC/OMC) (WTO, *Op cit*, pág. 29 [43]).

Una tercera hipótesis que también es planteada de manera recurrente en la literatura, señala que los estándares comunes (no idiosincráticos) pueden facilitar el comercio dentro de una misma industria mediante la creación y el reconocimiento de patrones y características distintivas de la calidad (Swann et al, *Op cit*, pág. 1299 [37]). La publicación de

normas permite la difusión del conocimiento de ciertos estándares, que estarán disponibles para las empresas que deseen entrar a los mercados en que se requiere de forma obligatoria o voluntaria el cumplimiento de ellas, permitiendo una mayor competencia.

La compatibilidad de patrones y características de los productos en relaciones insumo-producto puede permitir su integración a lo largo de las cadenas productivas, factor necesario para orientar la producción hacia su especialización. Por supuesto, la apuesta hacia la compatibilidad y la generación de productos de mínima calidad puede ir en detrimento de otros beneficios como la variedad de la oferta (WTO, *Op cit*, pág. 31 [43]).

A pesar de ser diferentes, las tres perspectivas señaladas tienen una idea en común. La primera y la tercera afirman que el comercio puede mejorarse vía ventajas comparativas obtenidas por un mayor desarrollo de la calidad de los productos y la estandarización de características, por ejemplo, las relacionadas con compatibilidad de los productos. Mientras tanto, de la segunda subyace el hecho de que, si no hay una certificación de normas internacionales, no será fácil acceder a esos mercados. En conclusión, los tres enfoques asumen de manera implícita que, en la medida en que se satisfagan los requisitos impuestos por las normas de cierto mercado, la entrada de los productos ‘estandarizados’ a ese mercado podría mejorar.

### **2.2.2. Efectos de la diferenciación de productos**

Bajo modelos y enfoques diferentes, otros autores han contribuido a los intentos por la determinación del impacto del cumplimiento de normas de calidad en el desempeño de las empresas. Una forma de aproximarse al análisis del problema es bajo la hipótesis que supone el primer enfoque descrito en la sección anterior. La certificación del cumplimiento



de estándares de calidad puede mejorar la percepción de calidad de los productos, diferenciándolos de los demás y mejorando el desempeño exportador de las empresas certificadas.

Gabszewicz, Shaked, y Sutton (1981, pág. 533 [15]) muestran bajo un modelo teórico, basado en la especificación de preferencias de los consumidores sobre un rango de bienes sustitutos que se diferencian en su nivel de calidad, y una definición de equilibrio no-cooperativo en un ambiente de libre comercio, que la competencia puede reducir los precios de los bienes de mayor calidad hasta el punto de desplazar del mercado a los bienes de menor calidad. El enfoque de diferenciación vertical de productos presentado por estos autores difiere del de Dixit y Stiglitz (1977 [10]) por su estructura de preferencias heterogéneas.

De acuerdo con Gabszewicz et al (*Op cit*, pág. 533 [15]) “dado el precio rival de productos de una mayor calidad, ningún consumidor preferiría alternativas de baja calidad incluso a precio cero”, e incluso “el número de productos que pueden sobrevivir en una economía ( $\dots$ ) no está asociado con los costos fijos o los rendimientos crecientes a escala”. Similares resultados se encuentran en el trabajo de Bernhofen (1981, pág. 1020 [3]), según el cual “tratando la diferenciación de productos como exógena a la industria, el modelo implica que el volumen de comercio al interior de la industria aumenta de manera continua en el grado de diferenciación de los productos”, tal como sucede con los modelos de competencia monopolística a la Cournot o a la Bertrand.

Aunque los trabajos de Gabszewicz et al. (*Op cit* [15]) y Bernhofen (*Op cit* [3]) no fueron desarrollados bajo el contexto de estándares de calidad, sus conclusiones son lo suficientemente generales como para considerar como hipótesis válida que, siempre que las

certificaciones de calidad ayuden a mejorar la percepción de calidad de los productos, las empresas exportadoras podrían mejorar su desempeño exportador apoyados en tales productos y desplazando del mercado a las firmas de menor calidad.

No obstante, el modelo que se presenta en este estudio no corresponde a este tipo de propuestas basadas en la diferenciación de productos. El modelo que recoge el supuesto y la hipótesis presentadas en el capítulo 1, considera un escenario estratégico de producción, en que la estructura de costos varía con la introducción de estándares y la existencia de un sistema que permite la certificación de su cumplimiento. Este tipo de hipótesis se comentan en la siguiente sección.

## **2.3. Aproximación Empírica**

### **2.3.1. La necesidad de los estándares**

Si bien los estándares funcionan como medios para garantizar la provisión eficiente de bienes públicos como la seguridad, la salubridad y el medio ambiente, también pueden afectar la oferta de bienes, sus precios y la demanda de bienes complementarios y sustitutos, efectos que no necesariamente permitirán corregir las fallas de mercado.

Los estándares pueden servir para mejorar los flujos de información entre oferentes y consumidores, servir como punto de referencia para mejorar los procesos productivos de las empresas, promover la captura (*benchmarking*) de tecnologías y procesos, aumentar la compatibilidad de productos y promover el aprovechamiento de economías de escala. Los estándares no sólo persiguen unos fines específicos que justifican su creación en particular, sino que también funcionan como instrumentos de desarrollo empresarial que afectan el

ambiente de los negocios (Maskus et al, 2000, pág. 18 [28]).

En este sentido, es claro que los estándares no permanecen constantes en el tiempo ni son homogéneos entre países. Maskus et al (*Ibid* [28]) resalta que, dado que los estándares son herramientas para satisfacer ciertas preferencias, y tales preferencias dependen de los individuos objeto de observación, éstas pueden variar en el tiempo y depender de niveles de ingreso, escasez de factores, información y tecnología, entre otros.

### 2.3.2. La regulación como un obstáculo al comercio

La OMC señala que las restricciones en frontera son métodos de regulación inapropiados y deberían ser removidos si existen medios más directos disponibles para alcanzar los objetivos de la regulación, en principio, aquellos medios que buscan corregir los problemas ocasionados por fallas de mercado. Pero, aun cuando este tipo de normas tenga impactos sobre el comercio, si no existen otros instrumentos que permitan alcanzar una regulación beneficiosa, en principio no hay razón para desmontar los actuales, pues los beneficios del comercio seguramente no van a superar las pérdidas ocasionadas por una protección social más débil (Maskus, Otsuki y Wilson, 2005, pág. 6 [27]).

No obstante, la regulación y los estándares pueden estar diseñados de manera ineficiente, restringiendo el comercio y evitando que se garanticen, de la manera menos costosa, los objetivos sociales que persiguen. Por ejemplo, como lo propone Essaji (*Op cit*, págs. 1-2 [13]), las normas pueden carecer de transparencia, obligar a las firmas a duplicar costos de certificación, pueden estar diseñadas para excluir a ciertas firmas de un mercado en particular, o simplemente ser más restrictivas de lo necesario para alcanzar los objetivos que justificaron su creación. En ocasiones, las normas generales e incluso las medidas

sanitarias y fitosanitarias están relacionadas con etiquetado o empaçado, que puede generar importantes obstáculos a los países en vía de desarrollo (Maskus et al, 2000, pág. 12 [28]).

Adicionalmente, uno de los obstáculos mayormente reconocidos en el comercio internacional es el requerimiento que hacen los gobiernos de los mercados de destino en cuanto a las certificaciones de que los productos que entran deben cumplir con las normas locales, ya que el sistema de calidad del país de origen no es reconocido, o simplemente no está acreditado internacionalmente. Este tipo de problemas afecta principalmente a los países en vía de desarrollo con sistemas de evaluación de la conformidad aún en una etapa incipiente de su construcción institucional, o que carecen de un sistema de metrología y acreditación que garantice que los procesos de evaluación de la conformidad sean confiables. En estos casos, los países importadores exigen el cumplimiento de pruebas e inspecciones propias (Stephenson, *Op cit*, pág. 8 [36]), que resultan en duplicidad de costos de evaluación para los productos entrantes.

Lo anterior implica que, además de generar unos costos fijos de rediseño de los productos y procesos, así como costos variables en la producción del ‘nuevo’ producto, costos de control y mantenimiento de la calidad, pruebas, ensayos, pagos administrativos y de certificación; la certificación deberá hacerse a lo más, con cada país de destino de las exportaciones. Esta duplicidad de procedimientos generará perjuicios derivados de mayores costos, más controles y retrasos en tiempo y oportunidad de los envíos<sup>6</sup>. Estas medidas pueden ser originadas por una desconfianza legítima en los procesos de evaluación de la conformidad del país de origen, o simplemente por burocracia (Maskus et al, 2000, pág. 20 [28]).

---

<sup>6</sup>Por ejemplo, los costos de tener mercancías perecederas detenidas en frontera.

En vista de este reconocido problema<sup>7</sup>, los acuerdos de libre comercio suelen incluir un capítulo sobre obstáculos técnicos al comercio, basado en el acuerdo OTC de la OMC, y negociado con diferentes grados de profundidad dependiendo de los países que hacen parte de la negociación, así como del nivel de desarrollo y las diferencias entre sus sistemas de calidad. Los acuerdos bajo estos capítulos, entre otros instrumentos y objetivos, pueden promover en mayor o menor grado Acuerdos de Reconocimiento Mutuo (ARM) entre organismos de evaluación de la conformidad, Acuerdos de Armonización de la Normalización, la asistencia técnica, e incluso contener disposiciones orientadas a relajar las normas sobre calidad o variar su alcance.

### 2.3.3. Investigaciones empíricas

Como se mencionó anteriormente, uno de los estudios más relevantes e inspiradores para la realización del presente trabajo es el de Maskus et al (2005 [28]). Esta investigación, enfocada como un marco teórico, conceptual y metodológico para el análisis del impacto de los obstáculos técnicos al comercio, se concentra en los estándares de productos y procesos relacionados con bienes y productos básicos agrícolas, sugiriendo estrategias para la identificación de estándares y regulaciones excesivas, así como los efectos de las barreras discriminatorias.

Otros trabajos tienen diferentes enfoques en cuanto al tipo de estándares, el tipo de impacto y la metodología con que se quieren evaluar. Por ejemplo, la OECD (*Op cit* [30]) y la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (USITC por su nombre en

---

<sup>7</sup>(Essaji, *Op cit*, pág. 29 [13]) utiliza el modelo de Grossman y Helpman, en el que encuentra fuerte evidencia de que las industrias que están políticamente organizadas en el área de comercio exterior, disfrutan de regulaciones técnicas más restrictivas del comercio.

inglés) (1998 [38]) utilizan encuestas a nivel de firmas para estimar los efectos en costos, mientras que Swann et al (*Op cit* [37]) utilizan modelos econométricos para el análisis de los estándares y el comercio a nivel macro. Otros estudios utilizan modelos de equilibrio general computable y modelos de equilibrio parcial para estimar cambios en el bienestar, observando el excedente de consumidores y productores.

Entre los anteriores se destaca el estudio de la OECD (*Op cit* [30]), en el que se busca identificar el grado en que los estándares técnicos y los procesos de evaluación de la conformidad impiden el comercio, sobre una encuesta de 55 empresas de tres sectores en Estados Unidos, Japón, el Reino Unido y Alemania. Los principales resultados de este estudio apuntan a que: i) la armonización puede ayudar a reducir los costos de rediseño y pruebas, ii) los ARM's en evaluación de la conformidad reducen los costos comerciales, iii) cumplir los requerimientos voluntarios es más complicado que cumplir los obligatorios, y iv) las pequeñas empresas tienen mayores problemas de costos al no poder distribuirlos en una mayor producción.

En cuanto a la importancia de los costos, se destaca el estudio de la USITC (*Op cit* [38]), también desarrollado con base en una encuesta en el sector de TIC's, en el cual se destacan como principales barreras los requerimientos de etiquetado en diferentes países y la discriminación y lentitud en los procesos de pruebas, ensayos, inspecciones y certificaciones.

Dentro de los modelos econométricos que se encuentran más relacionados con la presente propuesta, se destaca el estudio de Swann et al (*Op cit* [37]), en el que se evalúa el impacto de los estándares sobre el comercio de las empresas británicas en el período 1985-1991. Su principal resultado de interés para este estudio es la estimación del efecto macroeconómico

de las certificaciones de calidad en un 48 %, lo que significa que el cumplimiento y certificación de 100 nuevos estándares de calidad, podría aumentar las exportaciones en un 48 %, mientras los estándares internacionales significarían un 24 %.

Gasiorek, Smith y Venables (1992 [18]) utilizan un modelo de equilibrio general computable para mostrar los efectos de la armonización de estándares en los costos y las exportaciones de las empresas de la Unión Europea. Bajo un experimento de segmentación de mercado, los autores muestran que la armonización puede generar una reducción de 2.5 % en los costos comerciales. Así mismo, los beneficios en competitividad generados por la reducción de costos mostraron tener una incidencia positiva en las exportaciones.

Tomando una de las recomendaciones del marco de análisis de Maskus et al (2000 [28]), Chen, Otsuki y Wilson (2006 [7]) investigaron el efecto de los estándares y las regulaciones técnicas de los países desarrollados en la propensión a exportar de las empresas en países en vía de desarrollo, basados en la Encuesta de Barreras Técnicas al Comercio del Banco Mundial sobre una muestra de 619 firmas en 17 países en desarrollo. En particular, encuentran que los procedimientos de control y pruebas de mercancías reducen las exportaciones en 9 %, mientras que los procesos de inspección las impactan negativamente en 3 %. De hecho, los autores encuentran que las diferencias entre los estándares de los mercados de destino generan deseconomías de escala que disuaden a los exportadores de entrar a estos mercados. El trabajo de estos autores fue utilizado como base para diseñar el modelo teórico que se presenta en la siguiente sección.

Wilson, Otsuki y Sewadeh (2002 [42]) analizan si los estándares ambientales en los países desarrollados influyen sobre el desempeño exportador de las empresas de países en vía

de desarrollo. Los autores encuentran que la regulación medio-ambiental afecta la competencia exportadora de los países en vía de desarrollo en la medida en que los niveles de restricción ambiental sean mayores en los países desarrollados.

Maskus et al (2005 [27]) evalúan la incidencia de los estándares y las regulaciones técnicas en los costos de puesta en marcha de la empresa y de su producción. Usando la base de datos de Obstáculos Técnicos al Comercio del Banco Mundial, encuentran que en el corto plazo los requerimientos técnicos efectivamente generan un aumento en tales costos debido la necesidad de insumos adicionales o insumos más costosos de trabajo y capital.

Finalmente, se encuentran dos estudios empíricos en Latinoamérica, que a pesar de ser poco rigurosos y profundos, son concluyentes. Castagnino (*Op cit* [6]) evalúa el desempeño exportador de las empresas argentinas certificadas en estándares internacionales sobre las exportaciones, diferenciando los efectos por sectores y la ubicación geográfica. En este estudio se encuentra que la certificación de estándares está asociada con un mejor desempeño exportador en términos de volumen de exportaciones y diversificación de destinos, y que la depreciación del tipo de cambio luego de la crisis produjo resultados positivos principalmente en las empresas certificadas.

En Colombia, el estudio realizado por el Centro Nacional de Productividad para el ICONTEC (*Op cit* [26]), muestra un impacto positivo de la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad en las empresas colombianas certificadas en el período 2000-2005 sobre el mejoramiento de procesos, la productividad, las ventas, la rentabilidad, las exportaciones y la satisfacción de los clientes.



## 2.4. Modelo Teórico

Con base en el modelo propuesto por Chen, Otsuki y Wilson (2006, págs. 7-9 [7]), a continuación se presenta el modelo de producción, que supone que los estándares técnicos imponen una restricción al libre comercio, mediante la generación de costos de evaluación de la conformidad, que limitan la rentabilidad de las empresas al decidir sobre la entrada a nuevos mercados que exigen el cumplimiento de tales estándares.

Consideremos la decisión de exportación de una mercancía por parte de una firma racional  $i$ . Existen  $n$  mercados para los cuales no hay restricciones a la entrada. El precio de la mercancía,  $p$ , no depende de  $i$  ni del mercado  $j$ . El costo de producción de la firma  $i$  se denota  $c_i(X, Z_i|q_{ij})$ , donde  $X$  es el conjunto de características de la empresa  $i$  como el tamaño y la productividad entre otras, mientras  $Z_i$  es el conjunto de variables exógenas a la firma.

### 2.4.1. Escenario sin barreras al comercio

Sea  $q_{ij}$  la variable estratégica para el problema de maximización del beneficio, y  $q_i^*$  la cantidad óptima exportada de la firma, que no depende del país  $j$ , el beneficio máximo de la firma será

$$\pi_{ij}^* = pq_i^* - c_i(X, Z_i|q_i^*) \geq 0. \quad (2.1)$$

Asumiendo que cada firma realiza este proceso de maximización con cada mercado, y que la estructura de costos de producción permitirá a la firma  $i$  no obtener pérdidas de las exportaciones, el beneficio máximo corresponde a la anterior ecuación para cada posible mercado de destino. Entonces, el número de destinos de exportación, definido como  $N_i^*$ ,

será  $n$ . Y el valor de la cantidad total exportada será  $p n q_i^*$ .

### 2.4.2. Escenario con exigencia de estándares

Ahora consideremos el escenario en que cada mercado  $j = 1, \dots, n$  exige el cumplimiento de ciertos estándares técnicos internacionales para acceder a él. La certificación de los estándares requiere de un proceso de evaluación de la conformidad antes de entrar a cada mercado. Esta evaluación impone un costo  $A_i$  que dependerá de la habilidad de cada firma para cumplir con él, así como un costo de inspección de la mercancía, dependiente del mercado  $j$ ,  $I_j$ . Los costos totales serán  $T_{ij} = I_j + A_i$  y se asumirá que  $I_j \sim U[0, \bar{I}]$ .

Puesto que los costos asociados a la certificación no dependen de  $q_{ij}$ ,  $q_i^*$  seguirá siendo la decisión óptima y el beneficio máximo de la firma  $i$  en el mercado  $j$  será

$$\tilde{\pi}_{ij} = p q_i^* - c_i(X, Z_i | q_i^*) - T_{ij} \geq 0 \quad (2.2)$$

Ahora, puesto que existe un costo adicional, no se garantiza que las firmas siempre exporten a cada mercado. La decisión de exportación de la firma dependerá de si los beneficios son no-negativos. Sea  $Y_{ij}$  la decisión de exportación,

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } \tilde{\pi}_{ij} \geq 0 \\ 0 & \text{si } \tilde{\pi}_{ij} < 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Para determinar si las firmas exportan a un mercado, puede asumirse que existe un nivel  $\hat{T}_i$ , de  $T_{ij}$ , que hace que los beneficios sean nulos. Luego,

$$\tilde{\pi}_{ij} = p q_i^* - c_i(X, Z_i | q_i^*) - \hat{T}_i = 0$$

$$\hat{T}_i = p q_i^* - c_i(X, Z_i | q_i^*).$$

El conjunto de mercados al que la firma  $i$  exportará será  $\tilde{S}_i$ , donde

$$\tilde{S}_i = \{j | T_{ij} \leq \hat{T}_i\}$$

En este caso, el número de mercados al que exportará la firma  $i$  será  $\tilde{N}_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij}$ , y el número esperado de mercados dependerá de la probabilidad de exportar a un mercado en particular  $j$ , esto es,  $\tilde{N}_i = nP(T_{ij} \leq \hat{T}_i)$ , y dado que  $I_j \sim U[0, \bar{I}]$ ,

$$P(T_{ij} \leq \hat{T}_i) = P(I_j \leq \hat{T}_i - A_i) = \frac{\hat{T}_i - A_i}{\bar{I}} < 1.$$

Entonces, el número esperado de mercados de destino de las exportaciones será

$$\tilde{N}_i = n \frac{\hat{T}_i - A_i}{\bar{I}} = \frac{n}{\bar{I}} [pq_i^* - c_i(X, Z_i | q_i^*) - A_i] < n. \quad (2.4)$$

Finalmente, el valor de las exportaciones,  $\tilde{V}_i = p\tilde{N}_i q_i^*$ , dependerá de los mismos factores que el número de destinos, y será menor que el resultado bajo libre comercio.

De las anteriores ecuaciones se desprende que la imposición de los estándares reduce el comercio, afectando el número de mercados al que pueden acceder las exportaciones, que además depende negativamente del costo de las evaluaciones,  $A_i$ , mostrando la intuición del supuesto del que parte esta investigación.

### 2.4.3. Escenario con certificación

Finalmente, para mostrar la intuición detrás de la hipótesis de esta investigación, consideremos el escenario en que las firmas se certifican. Si las firmas se certifican, evitarán los costos recurrentes de evaluación  $A_i$ , que serán sustituidos por un costo fijo  $B < A_i$  de certificarse hoy para cada mercado al que se pretende exportar, junto con el costo de verificación del cumplimiento, más bajo que el de inspección  $\alpha I_j < I_j$ , donde  $\alpha < 1$ . Los

costos totales seguirán siendo denotados por  $T_{ij}$ , que para este caso equivale a  $T_j$ , donde  $T_j = \alpha I_j + B$ . Entonces  $\alpha I_j \sim U[0, \alpha \bar{I}]$ , y  $T_j \sim U[B, \alpha \bar{I} + B]$ .

En este nuevo escenario, el beneficio máximo de la firma  $i$  para el mercado  $j$  será

$$\tilde{\pi}_{ij} = pq_i^* - c_i(X, Z_i|q_i^*) - T_j \geq 0. \quad (2.5)$$

Al igual que antes, asumiremos que existe un valor  $\hat{T}$  tal que  $\tilde{\pi}_{ij} = 0$ . De nuevo, el número esperado de mercados al que exportará la firma  $i$ , dependerá de la probabilidad de exportar a un mercado en particular  $j$ , esto es,

$$P(T_j \leq \hat{T}) = P(\alpha I_j + B \leq \hat{T}) = \frac{\hat{T}}{\alpha \bar{I} + B} < 1.$$

El número esperado de mercados de destino de las exportaciones será

$$\tilde{N}_i = \frac{\hat{T}}{\alpha \bar{I} + B} = \frac{n}{\alpha \bar{I} + B} [pq_i^* - c_i(X, Z_i|q_i^*)] < n. \quad (2.6)$$

Y el valor de las exportaciones será  $\check{V}_i = p\tilde{N}_i q_i^*$ . El número de destinos de exportación y el valor de las exportaciones será más alto con la certificación si  $\check{N}_i > \tilde{N}_i$ , es decir, si

$$[pq_i^* - c_i(X, Z_i|q_i^*)][\bar{I}(1 - \alpha) + B] + A_i(\alpha \bar{I} + B) > 0. \quad (2.7)$$

La anterior ecuación muestra que el número de destinos y las exportaciones aumentarán con el sistema de certificación de la calidad, si el diferencial de costos de no tener este sistema y hacer las evaluaciones directamente con la exportación es más alto. Este argumento cobra más fuerza si se asume que la certificación es válida por un número finito de períodos que evita los recurrentes costos de evaluación, y que el costo fijo de la certificación puede amortizarse en una mayor producción o un mayor número de destinos de las exportaciones. Con el modelo econométrico sobre el cual se desarrollan las siguientes secciones, se tratará de mostrar la hipótesis que supone la ecuación (2.7).

# Capítulo 3

## Metodología

### 3.1. Introducción

Esta investigación pretende responder la pregunta ¿el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología a través del instrumento de certificaciones de calidad, ha tenido un efecto significativo en el desempeño exportador de las empresas manufactureras colombianas certificadas, en el período 2002-2006? Para responderla debe determinarse cómo medir el impacto, es decir, calcular la diferencia del resultado del desempeño exportador de la empresa que se certificó, con el resultado en el escenario de no certificación, en un mismo período posterior a la certificación. En este tipo de casos, la literatura de evaluación de impacto suele referirse al instrumento o programa objeto de la evaluación como ‘tratamiento’.

Para definir el tratamiento y sus posibles resultados, a continuación se presenta la cadena de resultados que supone la aplicación del instrumento de certificación de estándares de calidad del Sistema de Evaluación de la Conformidad, con base en la información pre-

sentada en el capítulo 2 y haciendo una simplificación del cuadro de relaciones entre los estándares de calidad y el comercio de Moenius (2004, pág. 27 [29]).

Cuadro 3.1: Cadena de resultados de las certificaciones de calidad

Insumos	Actividades	Productos	Resultados o impactos de corto plazo	Resultados o impactos de largo plazo
Estructura institucional del SNNCM	Promoción de los instrumentos	Cambios en el número de solicitudes de certificaciones	Cambios en los costos de producción	Creación de sectores de talla mundial
Recursos del Sistema	Promoción de una cultura de la calidad	Cambios en el número de certificaciones efectivas en NTC's y reglamentos técnicos	Cambios en el número de destinos nacionales e internacionales a los que los productos tienen acceso	Cambios en la competitividad del país
Legislación y regulación	Actividades propias de la certificación, pruebas y ensayos	Cambios en los ingresos del SNNCM	Cambios en el valor de las exportaciones	Cambios en la tasa de crecimiento del PIB
ARM's y convenios de acreditación y reconocimiento	Actividades de inspección y vigilancia en mercado	Costos de certificación en que incurren las empresas	Cambios en el número de productos exportados	Cambios en el nivel de empleo del país
			Cambios en la rentabilidad de las empresas	

Fuente: Elaboración propia, basada en Moenius (2004, pág. 27 [29]).

La aplicación del instrumento requiere diferentes insumos. Un sistema de evaluación de la conformidad requiere de un aparato institucional que le permita valerse de diferentes herramientas para la certificación de la calidad. Por ejemplo, no es posible certificar cierto nivel de calidad de un producto si no se tiene un conjunto de criterios o medidas de referencia para hacerlo. En este sentido es necesario un sistema normalización y reglamentación técnica que expida o adopte este tipo de normas.

La certificación tampoco puede hacerse si la calidad del producto no puede ser verificada. Para tal verificación, se requiere de un sistema de pruebas y ensayos que genere la información para contrastar con los estándares contenidos en las normas. A su vez, ese sistema de pruebas y ensayos requiere de equipos y laboratorios apropiados y debidamente

acreditados, funciones de las que se encargan las entidades que operan como organismos de metrología y acreditación. Todas estas actividades deben ser llevadas a cabo por organismos capacitados y competentes bajo un sistema articulado. Este aparato institucional es el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

Los demás insumos se desprenden de las necesidades del sistema: i) legislación y regulación de la validez y operación del sistema; ii) recursos económicos y de personal; y iii) acuerdos de reconocimiento de las certificaciones; entre otros.

Adicionalmente, el efectivo funcionamiento del Sistema de Evaluación de la Conformidad requiere de la promoción de los instrumentos, la promoción de una cultura de la calidad y la exigencia por parte del gobierno del cumplimiento de ciertas normas. Por supuesto, la obtención de una certificación de calidad requiere, además de las diferentes labores de promoción por parte del Estado, de ciertos procedimientos. En términos generales, la cadena de trámites es la siguiente (DNP, 2006, pág. 44 [12]): i) solicitud de información, ii) estudio de la documentación, iii) visita a las instalaciones y toma de muestras, iv) ensayo de los productos, v) evaluación de los resultados respecto a las especificaciones de la norma técnica, y vi) expedición del certificado.

Una vez el Programa ha realizado estas actividades, se producen resultados directos, de corto plazo y de largo plazo, derivados de la aplicación de los instrumentos de certificación de calidad. En el cuadro 3.1 se mencionan los más relevantes. Dentro de los productos (resultados directos) se encuentran los cambios en el número de certificaciones solicitadas y otorgadas en NTC's, reglamentos técnicos y normas internacionales, cambios en los ingresos del Sistema y en los costos de los trámites de certificación.

Como efectos (resultados de corto plazo) se relacionan los cambios en costos de producción, cambios en el número de destinos nacionales e internacionales alcanzados, en el número de diferentes productos vendidos en el mercado local y extranjero, y cambios en la rentabilidad de las empresas<sup>1</sup>. Como impactos (resultados de largo plazo) se señalan la aparición de sectores de talla mundial, cambios en la competitividad del país, en la tasa de crecimiento del PIB y en el nivel de empleo.

### 3.2. Evaluación de Impacto (efectos de corto plazo)

Con base en la cadena de resultados del Sistema de Evaluación de la Conformidad y las certificaciones de calidad, en esta investigación se plantea una evaluación de impacto de corto plazo, enfocada en los efectos de corto plazo del programa, en particular, el volumen de las exportaciones, la diversidad de productos exportados y la generación de nuevos mercados extranjeros. El siguiente paso es determinar cómo medir esos efectos, que en general se denominarán ‘impacto’.

Como punto de partida para la evaluación del impacto del tratamiento, que para este caso es la ‘certificación’, se utilizará la medida de impacto propuesta por diferentes autores y recogida por Heckman, Ichimura y Todd (1997, pág. 608 [21]). Sea  $N$  la muestra total de empresas,  $T \subset N$  el conjunto de empresas certificadas, identificadas con la variable dicotómica  $P = 1$  y  $NT = N \setminus T$  el conjunto de empresas no certificadas, identificadas con

---

<sup>1</sup>La investigación del ICONTEC (*Op cit*, págs. 10-18 [26]) señala otros beneficios de las certificaciones de calidad.



$P = 0$ , el impacto en los tratados y en los no tratados equivale a

$$(\Delta Y_{it}|P = 1) = (Y_{it}^1|P = 1) - (Y_{it}^0|P = 1), \quad (3.1)$$

$$(\Delta Y_{it}|P = 0) = (Y_{it}^1|P = 0) - (Y_{it}^0|P = 0), \quad (3.2)$$

donde  $Y_{it}^1$  es la realización de la variable resultado para la empresa  $i$  en el período  $t$ , afectada por la certificación;  $Y_{it}^0$  es la realización de la variable resultado para la empresa  $i$  en el período  $t$ , afectada por la no certificación; y  $t$  es un período posterior a la obtención de la certificación. El problema de la evaluación radica en que, bajo esta definición no es posible calcular ninguno de los impactos planteados. Como lo señalan Heckman, Ichimura y Todd (1998, pág. 264 [23]), para un mismo  $i$  sólo puede observarse un único dato  $Y_{it}$ , producto de haber sido tratado o no, pero no los dos términos de la ecuación. Esto es, para cada  $i \in T$  el dato correspondiente al segundo término de (3.1) no existe, y si se toma a cada  $j \in NT$  el dato correspondiente al primer término de (3.2) tampoco existirá.

Dado que este problema no se puede resolver a nivel individual por una cuestión de datos faltantes o no existentes (*Ibid* [23]), y puesto que se busca estimar el efecto *observado* del programa de certificación de calidad, es decir el efecto en los tratados, se debe tomar como medida de resultado de la evaluación un dato promedio, el ‘impacto promedio en los tratados’ (ATT por Average Treatment on the Treated),

$$ATT = E[Y_{it}^1|P = 1] - E[Y_{it}^0|P = 1]. \quad (3.3)$$

En este caso, el segundo término tampoco es observado. Sin embargo, si la evaluación se hiciera dentro de un experimento diseñado con un método de selección de tratamiento aleatorio, se podría tomar los resultados de las empresas de control (no certificadas) para estimar este dato, puesto que bajo un experimento aleatorio las empresas no seleccionadas

serán en promedio, iguales a las certificadas y el efecto del tratamiento habría sido similar. Debido a que las certificaciones no se dan de forma aleatoria, y además existe un proceso de auto-selección por parte de las empresas que solicitan la certificación, hay que recurrir a diferentes supuestos. Estos supuestos se utilizarán para identificar otras realizaciones que sirvan como datos contrafactuales, es decir, que den una respuesta lo suficientemente acertada a la pregunta ¿qué habría pasado si esa empresa no se hubiera certificado?

### 3.2.1. Diferencia en el tiempo

Una primera opción para elegir al contrafactual es el método de la Primera Diferencia en el tiempo, es decir, el cambio absoluto entre Antes y Después (Vera-Hernández, 2003, pág. 243 [39]). Puesto que para la unidad tratada no se observa el segundo término de la ecuación (3.3), se recurre al siguiente supuesto: si esta empresa no hubiese sido tratada, el resultado habría sido el observado antes del tratamiento, es decir,

$$(\hat{Y}_{it}^0|P=1) = (Y_{it-1}|P=1), \quad (3.4)$$

donde  $(Y_{it-1}|P=1)$  es la realización del resultado  $Y$  para la firma  $i \in T$ , en el período  $t-1$  anterior al tratamiento, y  $(\hat{Y}_{it}^0|P=1)$  es el valor estimado de  $Y_{it}^0$  para  $i \in T$ .

Bajo este método se asume que nada diferente de la certificación (y los cambios en el proceso productivo o administrativo que pueda implicar) habría afectado a la empresa tratada, supuesto muy restrictivo que sólo podría tener validez en períodos muy cortos de tratamiento. Este supuesto podría no ser cierto para períodos más largos como el de los efectos esperados para una certificación de calidad. La certificación puede servir casi inmediatamente para entrar a algún mercado particular, pero para operar como una señal de la calidad de los productos puede necesitar más tiempo.

### 3.2.2. Diferencia entre observaciones

Dado que el anterior supuesto es muy restrictivo, suele recurrirse a otro tipo de contrafactuales: unidades de observación no tratadas, es decir,

$$(\hat{Y}_{it}^0|P=1) = (Y_{jt}^0|P=0) \quad \text{para cada } i \in T \text{ con } j \notin T. \quad (3.5)$$

En este caso el estimador del  $ATT$ ,  $\hat{ATT}$  sería

$$\hat{ATT} = E[Y_{it}^1|P=1] - E[Y_{jt}^0|P=0]. \quad (3.6)$$

Sin embargo, utilizar este supuesto puede introducir ciertos sesgos a la medición (Heckman, Ichimura y Todd, 1998, pág. 264 [23]). En este caso es

$$B = E[Y_{it}^0|P=1] - E[Y_{jt}^0|P=0]. \quad (3.7)$$

### 3.2.3. Matching

Para evitar los sesgos mencionados antes, en la literatura de evaluación de impacto para este tipo de casos se recurre a un conjunto de características de interés,  $X$ , que permitirán seleccionar sólo aquellas empresas que realmente se parecen a las certificadas, es decir, que también eran elegibles para el tratamiento. En este caso, el estimador será

$$\hat{ATT}(X) = E[Y_{it}^1|P=1, X] - E[Y_{jt}^0|P=0, X]. \quad (3.8)$$

Esta medida será un buen estimador sólo si  $B(X) = 0$ , lo cual se asume sobre la base de que  $X$  elimina el sesgo (*Ibid* [23]) en (3.7). Este supuesto es correcto, sólo en la medida en que se logre seleccionar un grupo de control similar al tratado. Siguiendo a Heckman et al (*Ibid* [23]), dado que el interés de esta investigación es encontrar los efectos de las certificaciones para varios subgrupos de interés dentro del grupo de tratados, en este documento se aplica

la metodología de evaluación de impacto basada en el *matching*<sup>2</sup> de empresas, bajo un conjunto de características  $X$  que permitirá comparar sólo a aquellas que se parezcan de acuerdo con tales características. Esto es,

$$ATT(S) = E[Y_{it}^1 - Y_{it}^0 | P = 1, X \in S], \quad (3.9)$$

donde  $S = Supp(X, P = 1) \cap Supp(X, P = 0)$ . Para estimar consistentemente el impacto promedio en los tratados, la medida debe calcularse utilizando únicamente observaciones contrafactuales con características similares a las de las tratadas. De esta forma, condicional en  $X$ ,  $Y^0$  debería ser independiente de  $P$ . Esto supuesto es

$$Y^0 \perp P | X, \quad X \in S. \quad (3.10)$$

Lo anterior quiere decir que debe asumirse que no existe dependencia entre los posibles resultados del tratamiento y la participación en el tratamiento, dado  $X \in S$ . En otras palabras, para estimar la evaluación aquí propuesta se requiere que el conjunto de variables que caracterizan a las empresas sea lo suficientemente amplio como para garantizar que, en promedio, el desempeño exportador de las empresas en caso de no haber existido la certificación, es igual para las empresas que efectivamente se certificaron y las que no. Este supuesto produciría entonces el resultado de un diseño experimental, permitiendo obtener la estimación del impacto de las certificaciones de calidad sin el sesgo de selección.

### 3.2.4. Propensity Score Matching

Encontrar las empresas que pueden servir como contrafactuales, es decir que no introduzcan un sesgo en la medición, es un proceso cuyo grado de complejidad depende del número

---

<sup>2</sup>De acuerdo con Heckman, Ichimura, Smith y Todd (1998, pág. 1023 [22]), el método de pareo fue utilizado por primera vez por Fechner (1960, *Elemente der Psychophysik*. Leipzig: Breitkopf and H-artel.)

de características a evaluar las empresas. Para cumplir con el supuesto (3.10) y evitar la complejidad que el tamaño de  $X$  supone, se recurrirá a un método abreviado de selección de tales unidades de observación. Una de las herramientas más populares y útiles en la evaluación de impacto para hacer esta selección es el *Propensity Score Matching* (PSM) (Rosenbaum y Rubin, 1983, pág. 43 [32]), un puntaje que se estima como la probabilidad de ser tratado, dado un conjunto de variables  $X$ . Formalmente, esto es

$$p(X) = \text{Prob}(P = 1|X). \quad (3.11)$$

Con esto, el supuesto (3.10) se convierte en  $Y^0 \perp P|p(X)$ ,  $p(X) \in S_C$ , donde  $S_C = \text{Supp}(p(X), P = 1) \cap \text{Supp}(p(X), P = 0)$ . Este puntaje permitirá emparejar a cada empresa tratada con al menos una no tratada<sup>3</sup>. La principal ventaja de esta técnica es la eliminación del sesgo de selección (Rosenbaum y Rubin, *Op cit*, pág. 42 [32]), permitiendo tomar más de una característica de las unidades de observación y transformar los datos de las  $n$  variables en un puntaje particular, manteniendo la sencillez de considerar una sola.

### PSM Logit

Como ya se ha mencionado, si el proceso para encontrar el grupo de control adecuado se hace utilizando todas las cualidades que podrían influenciar tal auto-selección, se incurriría en un problema de dimensionalidad que además podría reducir ampliamente la muestra. Debe entonces recurrirse a una estimación paramétrica que refleje en una única variable, conocida como puntaje de propensión (*Ibid* [32]), la similitud entre los individuos que decidieron o no participar en un proceso de certificación de calidad.

---

<sup>3</sup>De forma más detallada, se crea un vector con un puntaje (calificación) entre 0 y 1 para cada empresa, que pondera sus características, elegidas previamente por los investigadores, con el que puede ‘conocerse’ cuáles observaciones en el grupo de control son comparables con las del grupo de tratamiento.

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se requiere estimar la probabilidad de ser tratado con el fin de sólo comparar firmas tratadas con firmas no tratadas comparables. Sólo serán comparables aquellas firmas que, a pesar de no haber sido tratadas, tuvieron la misma probabilidad de ser tratadas, buscando el cumplimiento del supuesto (3.10).

Ya que la participación en procesos de certificación de la calidad es un hecho que resulta de la auto-selección, y no de un proceso de selección dirigido por alguna autoridad, bajo un sistema de calificación para obtener tal tratamiento, el puntaje que determina la probabilidad de certificarse no existe. Entonces, en este caso, como en muchos de los estudios de evaluación de impacto pos-tratamiento, para aplicar un método de pareo con base en un puntaje de propensión (*propensity score*), el puntaje debe estimarse.

Aunque, para este tipo de evaluación se ha encontrado que la estimación del PSM es el instrumento más conveniente por ventajas de dimensionalidad, Zhao (2005, pág. 17 [44]) muestra que las especificaciones del modelo de estimación pueden incidir en la estimación del impacto. A pesar de sus hallazgos, así como los conducidos por Smith y Todd (2005 [35]), los problemas de especificación del *propensity score* tienen poca incidencia en la estimación de los efectos del tratamiento, siempre que los supuestos requeridos para el pareo se satisfagan (*Ibid* [44]).

Para estimar esta probabilidad se recurre a un modelo de regresión de respuesta cualitativa. En este caso tal respuesta será el tratamiento, que sólo puede tomar dos valores: 1 si la empresa está certificada y 0 si no cuenta con una certificación. Puesto que en un modelo con una variable dicotómica dependiente, el resultado de la estimación será el valor esperado o media, dados los valores de las variables independientes o regresores, este valor esperado

estará entre 0 y 1 y se interpretará como la probabilidad de ser certificado.

La estimación de tal probabilidad podría estimarse mediante una función lineal, por ejemplo  $p_i(X_i) = a + bX_i$ , sin embargo, no es razonable que la tasa de crecimiento de la probabilidad sea constante sin importar el nivel de  $X$ . Por esta razón, suele utilizarse un tipo de función con la cual la tasa de crecimiento de la probabilidad con variaciones de  $X$  sea no-lineal. Asumiendo que  $p_i(X_i) = F(X_i)$ , donde  $F(X_i)$  es una función no lineal y  $p'_i > 0$ , es natural pensar que cuando los niveles de  $X_i$  y la probabilidad son altos, la tasa de crecimiento de la probabilidad decrezca con  $X_i$ , esto es,  $p''_i < 0$ . De igual manera, ante aumentos marginales cuando los niveles de  $X_i$  y la probabilidad son bajos, es natural pensar que la probabilidad deba crecer más que proporcionalmente, es decir,  $p''_i > 0$ .

La anterior descripción de una función de probabilidad podría plantearse como una función de distribución acumulada. Esta distribución acumulada puede corresponder a una función de distribución logística (modelo Logit) o normal (modelo Probit). Después de revisar la literatura relacionada con la estimación de un puntaje de propensión para hacer un pareo, y no encontrar recomendaciones concluyentes sobre la selección de un modelo Probit o Logit en lugar del otro, se seleccionó el modelo Logit por la simplicidad en el cálculo e interpretación de los parámetros. Este modelo permite estimar la probabilidad de ser tratado, de la siguiente manera:

$$p_i = E(P_i = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + B \cdot X_i)}} = \frac{e^{(\alpha + B \cdot X_i)}}{1 + e^{(\alpha + B \cdot X_i)}}. \quad (3.12)$$

Esta es la función de distribución logística, que cumple con una distribución sobre  $[0,1]$ <sup>4</sup>.

En el modelo Logit, el coeficiente de una variable  $x_j$ ,  $\beta_j$ , mide el cambio en el logaritmo

---

<sup>4</sup>Una breve descripción del método de estimación puede encontrarse en el Anexo [B.1](#)

de la razón de probabilidades, asociado al cambio de una unidad en el valor del regresor  $x_j$ , manteniendo constante el efecto de todas las otras variables. Esto es,

$$d \ln \left( \frac{p_i}{1 - p_i} \right) = \beta_j dx_j. \quad (3.13)$$

Para este modelo de probabilidad, la tasa de cambio en la probabilidad de ocurrencia de un evento está dada por  $\beta_j(p_i(1 - p_i))$ , donde  $\beta_j$  es el coeficiente de  $x_j$ . No obstante, en el cálculo de  $p_i$ , se incluyen todas las variables que hacen parte del análisis. Lo anterior se obtiene del cálculo del cambio en  $p_i$ , dado un cambio en  $x_j$ , partiendo de la definición de  $p_i$  de (3.12), esto es

$$\frac{dp_i}{dx_j} = \frac{d \left( \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + B \cdot X_i)}} \right)}{dx_j} = \frac{\beta_j e^{-(\alpha + B \cdot X_i)}}{(1 + e^{-(\alpha + B \cdot X_i)})^2}, \quad (3.14)$$

y tomando la ecuación (B.2)

$$\frac{dp_i}{dx_j} = \frac{\beta_j \frac{1-p_i}{p_i}}{\left(1 + \frac{1-p_i}{p_i}\right)^2} = \beta_j p_i (1 - p_i). \quad (3.15)$$

### 3.2.5. Matching y Doble Diferencia

A menos que el conjunto de variables descriptivas de las empresas,  $X$ , sea lo suficientemente amplio, el supuesto (3.10) puede ser muy restrictivo. Por esta razón, es aconsejable controlar por el nivel inicial de la variable resultado, además de factores variables entre unidades de observación, pero invariantes en el tiempo (Vera-Hernández, *Op cit*, pág. 246 [39]). Para esto, el modelo predominante y más robusto para calcular el impacto, utilizado en varios de los estudios observados, es el de *Difference in Differences* (DID) combinado con *matching* (Blundell y Costa, 2000, pág. 437 [4]), que en algunos estudios es presentado con modificaciones para eliminar el sesgo de selección inherente a la posible relación de causalidad entre los niveles de las variables resultado, objeto de evaluación, y el tratamiento.



El estimador de Diferencias en Diferencias es

$$\begin{aligned} \hat{ATT}_{DID} = & (E[Y_{it}^1|P=1, X] - E[Y_{it-1}^1|P=1, X]) \\ & - (E[Y_{it}^0|P=0, X] - E[Y_{it-1}^0|P=0, X]). \end{aligned} \quad (3.16)$$

Esta ecuación puede ser estimada con una regresión lineal sobre datos panel. La ecuación que representa este modelo, siguiendo a Blundell, Costa, Meghir y Van Reenen (2004, pág. 580 [5]) es

$$Y_{it} = \alpha + \beta P_i + \delta T_t + \varphi P_i T_t + \varepsilon_{it}, \quad (3.17)$$

donde  $P_i$  es una variable dummy que toma el valor 1 si la empresa  $i$  tiene una certificación de calidad en el período;  $T_t$  toma el valor de 1 si la observación pertenece a 2006 y 0 si pertenece a 2002. El término  $\varphi P_i T_t$  permite calcular  $\hat{\varphi}$  que equivale a  $\hat{ATT}_{DID}$ , estimador del impacto en la ecuación (3.16). Modelando el resultado a partir de esta ecuación, pueden obtenerse las siguientes estimaciones

$$E[Y_{it}|P=1, T=1] = \alpha + \beta + \delta + \varphi + E[\varepsilon_{it}|P=1, T=1], \quad (3.18)$$

$$E[Y_{it}|P=1, T=0] = \alpha + \beta + E[\varepsilon_{it}|P=1, T=0], \quad (3.19)$$

$$E[Y_{it}|P=0, T=1] = \alpha + \delta + E[\varepsilon_{it}|P=0, T=1], \quad (3.20)$$

$$E[Y_{it}|P=0, T=0] = \alpha + E[\varepsilon_{it}|P=0, T=0]. \quad (3.21)$$

Asumiendo que  $E[\varepsilon_{it}] = 0$  para cada grupo y utilizando el estimador de doble diferencia definido en (3.16),  $\hat{ATT}_{DID} = \hat{\varphi}$ .

Adicionalmente, se verificará que el efecto de otras variables diferentes al tratamiento, que hayan podido afectar el resultado, no esté siendo considerado como consecuencia del

tratamiento. Para esto se utilizan variables de control,  $X_{it}$ , que se introducen en el siguiente modelo Panel-DID que incluirá información de 2002 y 2006, utilizando la muestra que tiene un soporte común o similitud en el PSM. Siguiendo a Galiani, Gertler y Schargrodsky (2005, pág. 20 (2002), [16]),

$$Y_{it} = \alpha + \beta P_i + \delta T_t + \varphi P_i T_t + \gamma \cdot X_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (3.22)$$

### 3.2.6. Matching y Radio

El pareo o *matching* sobre la base de la probabilidad de ser certificado, utilizando un conjunto de variables  $X$ , se combinará con el método de Diferencias en Diferencias y con la estimación del Efecto Promedio en los Tratados, utilizando para cada empresa certificada en el soporte común el conjunto de empresas en un radio con una probabilidad lo suficientemente cercana a la probabilidad de la empresa certificada. Esto es

$$A\hat{T}T_{Radio} = \sum_{i \in T} \left( \Delta Y_{it} - \frac{1}{|R(i)|} \sum_{j \in R(i)} \Delta Y_{jt} \right), \quad (3.23)$$

donde  $|R(i)|$  es el número de empresas en el grupo de no certificadas, en el soporte común, cuyo  $\hat{P}(X)$  está a una distancia de 0,02 del  $\hat{P}(X)$  de la empresa certificada, y  $R(i)$  es el conjunto de tales empresas.

## 3.3. Datos

### 3.3.1. Fuentes de datos

A diferencia de la investigación realizada por el Centro Nacional de Productividad (CNP) para el ICONTEC (*Op cit* [26]), este trabajo no se enfoca propiamente en evaluar el efecto de las certificaciones de calidad en el desempeño general de las empresas y su percepción al

respecto. El objeto de este trabajo es evaluar el desempeño exportador, es decir, el valor de las exportaciones, la diversidad de productos exportados, así como la generación de nuevos mercados en el exterior, tomando como unidad de análisis a las empresas.

Aunque la información que describe a las empresas, y que será utilizada para controlar la evolución de las exportaciones se encuentre a nivel de establecimientos industriales, se toma a las empresas como unidad de análisis ya que la información relacionada con las exportaciones y certificaciones de calidad se presentan por empresa. Debe aclararse que la investigación se centra sobre el sector industrial y no sobre el de servicios, debido a su mayor participación en las exportaciones nacionales, la mayor diversidad de exportaciones y la mayor disponibilidad de información (WTO, *Op cit*, pág. 30 [43]).

Por esta razón, la elección del período de estudio también está sujeta a la disponibilidad de información de las certificaciones obtenidas por las empresas. El problema particular de obtener la información al nivel de detalle que se requiere, radica en que la información de la que dispone el ICONTEC es privada, por lo que debe utilizarse una fuente diferente.

La Encuesta de Innovación y Tecnología del DANE para el sector Industria en su segunda edición (EDIT II)<sup>5</sup> contiene información sobre el tipo de certificaciones de calidad obtenidas por las empresas del sector industrial, la descripción del proceso o el producto certificado, el estado de la certificación, la fecha de obtención, la vigencia, la entidad que otorga la certificación y la fuente de recursos utilizada. También es posible conocer si las empresas aplican reglamentos técnicos obligatorios en el área de producción expedi-

---

<sup>5</sup>El universo de estudio de la EDIT II está conformado por las empresas industriales que tienen establecimientos con 10 o más personas ocupadas o cuya producción anual mayor a \$114 millones a precios de 2004, correspondientes al directorio de empresas de la EAM

dos por las entidades públicas, y las razones por las que algunas empresas no tienen una certificación de calidad.

Como se expuso anteriormente, la evaluación del desempeño exportador se centrará en tres variables: el valor de las exportaciones, la diversidad de productos exportados y los nuevos mercados en el exterior, medidas utilizadas en otros estudios como el del ICONTEC (*Op cit*, pág. 15 [26]). Esta información no se tomó de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE, por cuanto esta entidad no le da confiabilidad a esos datos en particular. Por lo tanto, la información utilizada proviene de las Estadísticas de Exportaciones de la DIAN, depuradas por el DANE. Estas estadísticas tienen como principal fuente, las declaraciones de exportación de la DIAN, y su población objetivo es el conjunto de personas naturales y jurídicas exportadoras del país, por lo que la información de certificación de las empresas en el grupo de tratamiento y de control puede combinarse con ésta.

Además de requerir la información relacionada con el tratamiento y con los efectos del tratamiento, se necesita información de control con la cual se depuren los efectos de otros eventos que puedan influir en el desempeño exportador de las empresas. Tal información proviene de las características propias de las empresas, de la inversión de las empresas en innovación y del mercado. La información con que se puede caracterizar a las empresas se encuentra en la EAM del DANE. Como se había mencionado antes, la información reportada en la EAM originalmente está desagregada a nivel de establecimiento industrial<sup>6</sup>,

---

<sup>6</sup>El universo de estudio de la EAM está conformado por los establecimientos industriales que funcionan en el país según el CIIU Rev.3 A.C. y que tengan diez o más personas ocupadas o cuyo valor de la producción anual sea superior a \$103 millones de pesos para 2001 (EAM 2002) y \$115,5 millones de pesos para 2005 (EAM 2006).

pero se agrupó a nivel de empresa para crear una base de datos con la información de la EAM, la EDIT y las Exportaciones.

La EAM recoge información sobre la ubicación geográfica del domicilio principal, la naturaleza jurídica, el estado de la empresa, la fecha de constitución, la composición de capital social, el valor de los activos fijos, el valor de la producción, el número de empleados y los sectores en los que las empresas tienen establecimientos.

Así como se requiere información sobre el tratamiento, también se necesita información sobre los determinantes de la participación en el tratamiento, que indique las razones por las que algunas empresas decidieron certificarse y otras no, de tal modo que la comparación se haga sólo entre empresas que se parezcan también en este sentido; en cuanto la decisión de certificarse o no, puede tener relación con el grado del efecto obtenido con la certificación, así como otras variables que también pudieron afectar el desempeño exportador. La EDIT II recoge este tipo de información.

En cuanto al período de estudio elegido, aunque se puede encontrar información de la anterior década, sólo a partir de 2003 se incrementó la certificación de empresas (ICONTEC, *Op cit*, pág. 8 [26]), por lo que no es conveniente fijar una línea de base inferior a este año, ya que esta línea no sólo sirve para recoger datos anteriores al tratamiento sino también para dar información acerca de las características de las empresas en el momento de tomar su decisión de certificarse. Además, entre más corto sea el período de estudio, menos extensivo será el trabajo de controlar por otros eventos que hayan podido tener efecto en el desempeño exportador, por ejemplo la apertura económica, ciclos económicos, acuerdos de libre comercio, cambios en las relaciones internacionales o cambios drásticos en la tasa

representativa del mercado.

En cualquier caso, es recomendable tomar un período de estudio no muy corto puesto que, como se notaba antes, la obtención de una certificación de calidad, que puede servir casi de manera inmediata para entrar a algún mercado particular, también puede necesitar más tiempo para operar como una señal de la calidad de los productos o los procesos de una empresa, efecto que también hace parte del alcance de esta investigación. Por estas razones, el período de estudio escogido es 2002-2006, mientras el tratamiento ocurre en 2003 y 2004. El período seleccionado es conveniente, no sólo porque las encuestas del DANE recogen información para estos años, sino porque, de acuerdo con el estudio del ICONTEC (*Op cit*, págs. 13 a 15 [26]), los empresarios admiten cambios más significativos en sus ventas, a los dos años de haberse certificado.

### **3.3.2. Muestra**

Las principales dificultades para desarrollar la investigación surgieron de la información a utilizar. El procedimiento para utilizar conjuntamente la información de la EAM y de la EDIT II no representó un problema significativo en cuanto las bases de datos provenientes del DANE se identifican con el código de observaciones de la EDIT II, ‘norden’, con lo cual se cruzó la información de las dos fuentes. No obstante, como la unidad de observación de la EDIT II es la empresa, y la de la EAM es el establecimiento industrial, se debió agrupar los datos de la EAM para todos los establecimientos que pertenecen a la misma empresa.

El verdadero problema se encontró al utilizar conjuntamente la información de las encuestas con la de exportaciones, puesto que la información de exportaciones proviene de las declaraciones de exportación diligenciadas por los exportadores, y por tanto el Número

de Identificación Tributaria (NIT) y la razón social no son correcta ni uniformemente diligenciados en el tiempo, por lo que no tienen la calidad requerida para servir como identificador para el cruce automático con las encuestas. Debido a esto, se requirió del cálculo del dígito de verificación del NIT para detectar errores y corregirlos (ver anexo E.1), lo que permitió incrementar significativamente el número de coincidencias entre las exportaciones y las encuestas, complementado con un trabajo de verificación de la calidad del cruce de información.

Finalmente, luego de superar las restricciones de existencia y comparabilidad de la información, la muestra inicial de trabajo fue de 5268 empresas, proceso que se resume en la siguiente tabla.

Cuadro 3.2: Muestra

Fuente de datos	Unidad de observación y análisis	Número de observaciones
EAM 2002	Establecimientos industriales	6.881
EAM 2006	Establecimientos industriales	7.369
EDIT 2003-2004	Empresas	6.080
Exportaciones 2002 (declaraciones)	Sólo personas jurídicas	7.223
Exportaciones 2006 (declaraciones)	Sólo personas jurídicas	8.239
Base conjunta	Empresas	6.172
<b>Base conjunta con información de todas las fuentes en todos los años requeridos, a nivel de empresa</b>		<b>5.268</b>

### 3.3.3. *Clusters*

Antes de seleccionar aquellas variables que pueden tener alguna influencia en las certificaciones de calidad o en el desempeño exportador de las empresas, es necesario diferenciar los efectos de las certificaciones de calidad, tomando en cuenta ciertas características de las empresas, consideradas importantes para su desempeño exportador. Esto con el fin

de mantener el cumplimiento del supuesto (3.10). En esta diferenciación se utilizan los hallazgos de Bernard y Jensen (2004, pág. 20 [2]), quienes prueban varias hipótesis sobre las razones por las cuales las empresas manufactureras en Estados Unidos exportan, y determinan qué les permite aprovechar en mayor medida las oportunidades de exportación.

De acuerdo con estos autores, no se encontró evidencia de ventajas geográficas, de aglomeración ni de la promoción de las exportaciones por parte del gobierno. No obstante, se encontró que las características de las plantas, que garantizaban éxito en las exportaciones, mejoran la probabilidad de aprovechar las oportunidades de exportación, y que los antiguos exportadores son aptos para re-entrar al mercado y hacerlo en años consecutivos. En este último punto, Roberts y Tybout (1997, págs. 560-561 [31]) encontraron que para las empresas manufactureras colombianas, los costos de entrada y los costos hundidos son relevantes en las decisiones de exportación cuando la firma es no-exportadora, pero son irrelevantes cuando ya han exportado, señalando que parte importante de los costos está dada por la necesidad de acumular información sobre las fuentes de demanda.

Glejser, Jacquemin y Petit (1980, pág. 524 [19]) analizan el éxito de las exportaciones belgas y encuentran que el tamaño de la firma, la diferenciación de productos, la información y las conexiones con mercados extranjeros, son elementos importantes en el desempeño exportador de estas empresas.

Siguiendo los resultados de los estudios mencionados y la hipótesis introducida en el modelo teórico presentado en este estudio (sección 2.4), según la cual las empresas pueden verse afectadas de manera diferente por las certificaciones, dependiendo de sus estructuras de costos; el impacto también se diferenciará en un análisis por *clusters* de experiencia



exportadora, tamaño de la empresa y sector, tomando las siguientes tesis:

- a) las empresas que tienen una experiencia exportadora (perfil exportador) tienen un mayor ingreso por exportaciones y exportan un mayor número de diferentes productos a más destinos que las empresas con un perfil exportador más bajo;
- b) las empresas grandes exportan un mayor valor y un mayor número de diferentes productos a más destinos que las empresas pequeñas; y
- c) las empresas de diferentes sectores difieren en el valor, el número de diferentes productos y de destinos a los que exportan.

Las anteriores tesis se consideran en el contexto de la industria manufacturera colombiana en el período 2000 a 2006. La evidencia empírica para la muestra trabajada también justifica la importancia de estos elementos (ver anexo [D](#)).

## Sectores

Finalmente, se clasificó a las distintas empresas de acuerdo con la ‘División’ del código CIIU Revisión 3 A.C., y se agruparon en los sectores descritos en el cuadro [3.3](#).

## Perfil exportador

En este análisis se considera que una empresa tiene experiencia exportadora (perfil exportador) antes de iniciar la estimación el impacto de las certificaciones de calidad para el período 2002 a 2006 si la empresa exportó en 2000 y en 2001, caso en que la variable dicotómica  $PE_i = 1$ , y se considera no exportadora si no exportó ni en 2000 ni en 2001, caso en el que  $PE_i = 0$ . Para el análisis por perfil exportador se excluyen las empresas que exportaron solamente en 2000 o solamente en 2001.

Cuadro 3.3: Clasificación de sectores

Código sector	Descripción sector	Código CIU r3 División	Descripción División
ABT	Alimentos, bebidas y tabaco	15	Elaboración de productos alimenticios y bebidas
		16	Elaboración de productos de tabaco
TPPC	Textiles, prendas, pieles y cueros	17	Fabricación de productos textiles
		18	Fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles
		19	Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y guarnicionaría, y calzado
MP	Madera y papel	20	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables
		21	Fabricación de papel y de productos de papel
EIR	Edición, impresión y reproducción	22	Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones
PET	Productos del petróleo	23	Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
QUIM	Químicos	24	Fabricación de sustancias y productos químicos
CP	Caucho y plástico	25	Fabricación de productos de caucho y plástico
		26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
MM	Metales y minerales	27	Fabricación de metales comunes
		28	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
		29	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
MEAE	Maquinaria, equipos y aparatos eléctricos	30	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
		31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.
IM	Instrumentos médicos	32	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
		33	Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes
VET	Vehículos y equipo de transporte	34	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
		35	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
MU	Muebles	36	Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p.

## Tamaño

El tamaño de las empresas se determina utilizando el número de empleados. Puesto que los límites entre las diferentes categorías varían de país a país, se sigue la clasificación colombiana definida en el artículo 2 de la Ley 905 de 2004 y presentada en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4: Tamaño según número de empleados

Clasificación	Número de empleados	Activos totales (SMMLV)
Micros	10 o menos	Menos de 500
Pequeñas	Entre 11 y 50	Entre 501 y 5.000
Medianas	Entre 51 y 200	Entre 5001 y 30.000
Grandes	Más de 200	Más de 30.000

Cabe notar que la Ley hace referencia a la planta de personal y no al total del número de empleados. Sin embargo, de acuerdo con lo señalado por el DANE (2006, pág. 11 [9]), a partir de 2000 la información de la EAM evidencia una tendencia creciente en la contratación de mano de obra a través de empresas que prestan servicios de *outsourcing*, a través de contratos de prestación de servicios y de consultoría. Por esta razón, y para tener una mejor idea del tamaño de las empresas, el criterio fue aplicado utilizando el número total de personas empleadas en el año.

Este nuevo criterio incluye personal permanente y temporal contratado directamente o no, así como propietarios, socios y familiares sin remuneración fija. No se utiliza el criterio de escalas de producción basadas en los activos totales o la producción bruta<sup>7</sup>, dado que los grupos resultantes son similares a los seleccionados con el criterio de tamaño según empleo, y por tanto los resultados también se asemejan.

#### 3.3.4. Tratamiento

Finalmente, se deben construir los diferentes tipos de tratamientos a evaluar. De acuerdo con la información disponible en la EDIT II, las empresas colombianas en 2004 disponían de al menos 63 tipos de normas (ver anexo E.2). Dada la poca disponibilidad de información, no es posible hacer un análisis por norma. Sin embargo, de acuerdo con la publicación de la OMC (*Op cit*, pág. 46 [43]), las normas de proceso y de producto son las que pueden

---

<sup>7</sup>Inicialmente se había considerado la producción bruta en lugar de los activos totales, por cuanto los activos totales no necesariamente reflejan la contribución que hacen las empresas al producto interno del país o su volumen de producción, por ejemplo, porque estos activos pueden ser improductivos o estar concentrados en categorías que no necesariamente muestran una relación del tamaño con el potencial para exportar o satisfacer la demanda externa.

tener algún efecto en el comercio, razón por la cual las certificaciones fueron clasificadas en normas de producto (normas nacionales voluntarias NTC's), normas de proceso (normas internacionales voluntarias, ISO, entre otras) y reglamentos técnicos (normas nacionales obligatorias), y se definieron los siguientes tipos de tratamiento a evaluar.

Cuadro 3.5: Tipos de tratamiento

Tipo de tratamiento	Tratamiento		Control		Excluidas	Total
	Descripción	No. de empresas	Descripción	No. de empresas		
Norma	Empresas con al menos una certificación en norma de producto, proceso o reglamento técnico	1.245	Empresas sin certificaciones de calidad	3.106	917	<b>5.268</b>
Proceso	Empresas con al menos una certificación en norma de proceso	1.210	Empresas sin certificaciones de calidad	3.106	952	<b>5.268</b>
Producto 1	Empresas con al menos una certificación en norma de producto	129	Empresas sin certificaciones de calidad	3.106	2.033	<b>5.268</b>
Reglamento técnico 1	Empresas con al menos una certificación en reglamento técnico	159	Empresas sin certificaciones de calidad	3.106	2.003	<b>5.268</b>
Producto 2	Empresas con al menos una certificación en norma de producto	129	Empresas con certificaciones de calidad de otro tipo	1.116	4.023	<b>5.268</b>
Reglamento técnico 2	Empresas con al menos una certificación en reglamento técnico	159	Empresas con certificaciones de calidad de otro tipo	1.086	4.023	<b>5.268</b>

Otras posibles combinaciones de tratamiento no se consideraron por falta de observaciones para los grupos resultantes. Debe resaltarse que la clasificación de las empresas en estos grupos se hizo siguiendo la primera certificación reportada de producto, de proceso o reglamento técnico, razón por la cual el análisis debe hacerse teniendo en cuenta que se consideran como empresas tratadas a aquellas que tienen al menos una certificación del tipo que corresponda.

### 3.3.5. Variables de control

Como se explicó antes, para la estimación del *propensity score* debe utilizarse dentro del grupo de empresas no certificadas, a aquellas que puedan servir como caso contrafactual de una o varias de las empresas certificadas. El caso ideal es el de aquellas empresas que

son idénticas a las empresas tratadas. Sin embargo, este tipo de casos no suele darse. Por el contrario, suelen ser muy diferentes, razón por la que se requiere encontrar empresas que se parezcan en promedio, es decir, aquellas con la misma probabilidad de ser tratadas, bajo un conjunto de características,  $X$ .

Teniendo en cuenta este requerimiento para la selección de un grupo de control similar al de tratamiento, es importante seleccionar un grupo adecuado de variables condicionantes de la participación en el tratamiento. Estas variables no necesariamente deben ser exógenas, pero en ningún caso deben ser causadas por la reforma. Claramente, esta condición es reunida por cualquier variable cuya realización ocurra antes del tratamiento. Esto no implica que no se puedan utilizar realizaciones posteriores al tratamiento que correspondan a variables que caractericen a las empresas; éstas se pueden utilizar siempre y cuando no sean afectadas directa o indirectamente por la reforma.

Además, para que se cumpla el supuesto (3.10), es necesario tener una buena cantidad de variables. No obstante, hay que tener en cuenta que en cuanto se utilice un mayor número de variables, se introducen ruidos y las diferencias entre las probabilidades estimadas de cada grupo se agrandan, disminuyendo la región de soporte común. Por esta razón, debe hacerse un análisis cuidadoso del ajuste del modelo (ver anexo B.2).

Desafortunadamente, no hay mayor evidencia teórica de por qué las empresas se certifican. Sin embargo, para el caso colombiano, la información recogida por el ICONTEC (*Op cit*, pág. 9 [26]) mediante a una encuesta a 563 empresas, los criterios para decidir sobre una combinación de certificaciones son: i) exigencias en la exportación por parte de algunos países, ii) exigencia en sectores particulares, iii) exigencia en nichos de mercado específicos,

iv) desarrollo del sistema de gestión de la empresa.

Tomando en cuenta estos resultados, se incluyeron variables relacionadas con el desempeño exportador de las empresas antes de 2002, así como variables que indican inversión en gestión de la calidad. El estudio de ICONTEC (*Op cit*, pág. 11 [26]) también muestra que las empresas que se certifican, aumentan el presupuesto para el control de calidad, el mantenimiento de equipos y la calificación del personal. Siguiendo esta evidencia, también se incluyeron variables de inversión en ciencia, tecnología e innovación, capacitación, así como otras de caracterización de su tamaño y productividad.

Todas las variables incluidas en los modelos Logit para la estimación del *propensity score*, son aquellas que pueden caracterizar a las empresas y que adicionalmente pueden incidir en el efecto de la certificación en el desempeño exportador de las empresas, teniendo en cuenta que, de acuerdo con el ICONTEC (*Ibid* [26]), el principal objetivo de las empresas que buscan una certificación es mejorar su desempeño exportador. Después de recoger todos estos requerimientos, el conjunto final de variables se definió como es mostrado en el cuadro E.4 del anexo E.3.

Finalmente, para los modelos Panel-DID con soporte y sin soporte común en la probabilidad de certificarse, se utilizó un conjunto de variables que puede influir en las exportaciones, conjunto que toma algunas de las variables utilizadas para la estimación del *propensity score*, y algunas nuevas para las que existe información en 2002 y 2006. La descripción de los datos utilizados se muestra en el cuadro E.5 en el anexo E.3.

## Capítulo 4

# Resultados

Como se describió en el capítulo 3, en esta investigación se utilizaron diferentes técnicas para la evaluación de impacto del SNNCM a través de las certificaciones de calidad en el desempeño exportador de las empresas. Los modelos que utilizan el soporte común se construyeron en dos etapas; una primera de selección de las empresas certificadas y no certificadas con un soporte común bajo la probabilidad estimada de haberse certificado en 2003 o 2004, utilizando el *propensity score*, y una segunda de estimación del efecto promedio en los tratados por DID, *matching* y panel-DID. Los datos de ajuste de los modelos Logit<sup>1</sup> se presentan en el anexo B.3.

En cuanto a los determinantes para solicitar y obtener una certificación de calidad se esperaba, de acuerdo con los motivos manifestados por los empresarios en el estudio de ICONTEC (*Op cit*, pág. 9 [26]), que el perfil innovador y la experiencia exportadora de las empresas tuvieran incidencia en la decisión de obtener una certificación de calidad. Sin

---

<sup>1</sup>Cada modelo Logit para la estimación del *propensity score* se ajustó siguiendo las pruebas señaladas en el anexo B.2, y teniendo en cuenta principalmente la prueba de predicción ROC.

embargo, como lo muestra el cuadro 4.1, en que se presentan los resultados del *propensity score* para cada uno de los seis tratamientos definidos, no todos los efectos estimados equivalen a los esperados. De acuerdo con la evidencia, el efecto de la experiencia exportadora, medida por el valor de exportaciones antes de la certificación, es positivo y significativo en la probabilidad de certificarse en el cumplimiento de reglamentos técnicos. Tomando el número de destinos, el efecto es positivo y significativo en la probabilidad de certificarse en el cumplimiento de NTC's (productos). El efecto de esta experiencia en el número de productos exportados es negativo y no significativo al 5 % de nivel de significancia.

En cuanto al tamaño y la productividad de las empresas, la estimación para el período propuesto muestra que mientras la producción bruta reduce la probabilidad de certificarse, el valor agregado, la razón de consumo intermedio a producción bruta, el tamaño de las empresas, el valor agregado por trabajador y el personal ocupado, tienen un efecto positivo en la probabilidad de certificarse en el cumplimiento de normas de proceso, de producto o reglamentos técnicos, efecto que es significativo al 99 % en los primeros dos tipos de certificación. Sin embargo, cuando se evalúan las empresas con certificaciones en productos y reglamentos técnicos frente a empresas con certificaciones de proceso, los efectos del tamaño son negativos, mostrando que estas características favorecen la probabilidad de certificarse en procesos más que en los otros estándares.



Cuadro 4.1: Resultados: Modelos de *propensity score* por tipo de tratamiento

Concepto / Variable	Norma	Proceso	Producto 1	Reglamento técnico 1	Producto 2	Reglamento técnico 2
Constante	-9,246*** (0,685)	-8,247*** (0,568)	-11,812*** (1,644)	-6,823*** (2,609)	-5,324*** (1,863)	-1,670*** (0,264)
<b>Desempeño exportador pre - tratamiento</b>						
Valor de exportaciones anuales				0,244** (0,103)	0,013 (0,008)	0,012** (0,005)
Número de países a los que exporta al año			0,055** (0,027)	-0,003 (0,026)	0,059** (0,025)	
Número de productos que exporta al año	-0,011* (0,006)		-0,025 (0,018)		-0,010 (0,012)	
<b>Tamaño y productividad</b>						
Producción bruta (ln)	-3,027** (1,188)	0,000*** (0,000)	-20,517*** (7,689)	-16,652 (17,174)	-17,304** (8,113)	
Valor agregado (ln)	3,442*** (1,191)	0,355*** (0,036)	20,878*** (7,685)	16,849 (17,168)	17,489** (8,115)	
Razón consumo int. a producción pruta	7,932*** (1,933)	2,460*** (0,500)	34,166*** (10,060)	24,956 (20,806)	28,890*** (11,102)	
Experiencia exportadora 2000-2001	0,382*** (0,108)	0,390*** (0,109)	0,714* (0,372)	-0,288 (0,731)		
Empresas grandes	0,309** (0,148)	0,305** (0,150)			-0,471 (0,457)	-0,759*** (0,272)
Valor agregado por trabajador	0,000* (0,000)				0,000 (0,000)	0,000*** (0,000)
Personal ocupado	0,000** (0,000)					0,000** (0,000)
Productividad laboral					0,000 (0,000)	
<b>Ciencia, Tecnología e Innovación</b>						
Actividades de desarrollo tecnológico	2,781*** (0,123)	2,835*** (0,130)	2,323*** (0,307)	2,194*** (0,322)	-0,385 (0,279)	-0,418 (0,258)
Inversión en maquinaria	0,000** (0,000)	0,000*** (0,000)				
Inversión en capital	0,000** (0,000)	0,000*** (0,000)				
Inversiones en desarrollo tecnológico	0,000** (0,000)	0,000*** (0,000)				
Gastos en calidad	0,000** (0,000)	0,000*** (0,000)				0,000** (0,000)
Patentes solicitadas 1996-2002	0,210** (0,090)	0,194** (0,080)			-0,201 (0,138)	-0,306* (0,163)
Financiación de la calidad					0,000*** (0,000)	0,000* (0,000)
Inversión en desarrollo tecnológico (ln)					-0,081 (0,066)	
Inversión en aplicación de normas			0,000 (0,000)		0,000*** (0,000)	0,000** (0,000)
Registros de signos distintivos y marcas solicitadas 2001-2002			0,113 (0,069)	0,048 (0,071)		
Gastos en innovación tecnológica	0,000** (0,000)					
<b>Otras</b>						
Contratación con el Estado	17,488*** (0,288)	16,926*** (0,362)	38,178*** (9,542)	34,541 (22,847)	3,849*** (0,351)	4,651*** (0,424)
Inversión en capacitación de personal		0,000* (0,000)	0,000* (0,000)	0,000* (0,000)		0,000*** (0,000)
Número de observaciones	3918	3576	2903	1033	945	994
Log pseudolikelihood	-1.516	-1.363	-218	-153	-231	-278
Pseudo R2	0,352	0,358	0,552	0,508	0,290	0,300

\* Estimación estadísticamente significativa al 10 por ciento.

\*\* Estimación estadísticamente significativa al 5 por ciento.

\*\*\* Estimación estadísticamente significativa al 1 por ciento.

Las desviaciones estándar se presentan en paréntesis.

En cuanto al perfil innovador de las empresas, se resalta el efecto significativo de las actividades de desarrollo tecnológico en la certificación de las normas, en general. Al igual que con la experiencia exportadora, estas actividades tienen un impacto negativo en la certificación de productos o reglamentos, en comparación con los procesos, aunque no es significativo a ningún nivel de confianza superior al 90 %.

Las inversiones en capital y desarrollo tecnológico, así como los gastos en calidad y la solicitud de patentes tienen efectos positivos significativos al 95 % de nivel de confianza en la probabilidad de certificarse en normas en general, y significativos al 99 % para procesos. Al igual que para los grupos anteriores de características, la solicitud de patentes tiene un efecto negativo en la probabilidad de certificarse en productos o reglamentos técnicos, en relación con la certificación en procesos. La inversión en capacitación de personal también se muestra como una característica asociada a la certificación de productos, procesos y reglamentos técnicos. Finalmente, puede observarse que la contratación con el Estado tiene un efecto alto y positivo en los seis tipos de certificaciones, y significativo al 99 % en cinco de ellos.

## 4.1. Resultados generales

En el cuadro 4.2 se muestran los resultados generales de la evaluación de impacto de corto plazo, propuesta en este estudio. La primera columna muestra las combinaciones de variables resultado (valor de exportaciones, número de productos y de destinos), para cuatro tipos de tratamiento que tienen como grupo de control, empresas sin ningún tipo de certificación (certificación de estándares en general, normas internacionales de procesos, normas nacionales de producto y reglamentos técnicos nacionales obligatorios) y los tratamientos

de certificación en productos y reglamentos técnicos, que tienen como grupo de control a empresas con certificaciones de procesos, referidos en los cuadros como ‘producto 2’ y ‘reglamento técnico 2’.

La columna 2 muestra los resultados del panel-DID sobre la muestra total de empresas para cada tratamiento sin controlar por otras variables. En la columna 3 se replican los modelos de la columna 2, controlando por las variables listadas en el cuadro E.5. La columna 4 impone con respecto al anterior modelo, un soporte común sobre la muestra, que varía de acuerdo con las distribuciones del *propensity score* de las empresas, mostradas en los cuadros B.2, B.3 y B.4 de los anexos, basados en los resultados del cuadro 4.1.

Finalmente, la columna 5 muestra los resultados del estimador de Diferencias en Diferencias sobre la muestra con soporte común, comparando cada tratado con sus vecinos no tratados más cercanos en un radio de 0.02. Como se explicó en la metodología, la teoría ha mostrado cómo las estimaciones menos sesgadas y más consistentes son las producidas por los dos últimos modelos mencionados, mientras los otros tres modelos se muestran como punto de referencia y comparación para los resultados generales.

De acuerdo con la literatura consultada y referenciada en este documento, el principal resultado esperado del impacto de las certificaciones de calidad en el desempeño exportador de las empresas es un efecto positivo general en la industria. En principio, la evidencia de la evaluación no es contraria a los hallazgos de otras investigaciones empíricas, tal como se revela para el tratamiento ‘Norma’. Todos los modelos muestran un efecto positivo, pero no siempre significativo.

Cuadro 4.2: Resultados: Impacto general por tipo de modelo

Tratamiento / Tipo de empresa	DID sin control ni soporte común	DID con control sin soporte común	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Valor de exportaciones</b>				
<i>Norma</i>	2,096 (3,134)	<b>3,949*</b> (2,062)	<b>2,140***</b> (0,658)	<b>0,868**</b> (0,360)
<i>Proceso</i>	2,530 (3,125)	4,358 (3,808)	<b>2,466***</b> (0,617)	<b>1,409***</b> (0,365)
<i>Producto 1</i>	10,966 (29,713)	12,071 (31,819)	-1,672 (3,421)	<b>-4,100*</b> (2,378)
<i>Reglamento técnico 1</i>	8,761 (24,137)	-7,679 (7,174)	0,383 (2,478)	<b>-3,754**</b> (1,829)
<i>Producto 2</i>	9,895 (29,732)	-8,211 (8,616)	-3,608 (2,707)	<b>-5,395***</b> (1,128)
<i>Reglamento técnico 2</i>	7,641 (24,154)	-5,420 (6,904)	1,381 (3,449)	0,441 (0,948)
<b>Número de productos</b>				
<i>Norma</i>	<b>1,003**</b> (0,501)	<b>1,732***</b> (0,393)	<b>1,795***</b> (0,562)	<b>0,776***</b> (0,262)
<i>Proceso</i>	<b>1,047**</b> (0,512)	<b>1,778***</b> (0,491)	<b>1,888***</b> (0,539)	<b>1,005***</b> (0,260)
<i>Producto 1</i>	1,091 (1,465)	0,881 (0,829)	3,012 (4,777)	1,591 (1,698)
<i>Reglamento técnico 1</i>	1,037 (1,494)	1,146 (1,453)	3,544 (4,785)	1,373 (1,782)
<i>Producto 2</i>	0,098 (1,533)	-0,502 (1,251)	-1,595 (2,217)	-1,643 (1,025)
<i>Reglamento técnico 2</i>	0,039 (1,560)	0,240 (1,281)	1,340 (3,276)	0,031 (1,115)
<b>Número de destinos</b>				
<i>Norma</i>	<b>0,560**</b> (0,272)	<b>1,025***</b> (0,188)	<b>1,166***</b> (0,283)	<b>0,493***</b> (0,117)
<i>Proceso</i>	<b>0,630**</b> (0,270)	<b>1,095***</b> (0,245)	<b>0,641**</b> (0,264)	<b>0,614***</b> (0,107)
<i>Producto 1</i>	-0,262 (1,032)	-0,155 (0,991)	-1,791 (1,866)	<b>-2,517***</b> (0,887)
<i>Reglamento técnico 1</i>	-0,099 (0,875)	-0,179 (0,766)	-0,657 (1,756)	-0,626 (0,802)
<i>Producto 2</i>	-0,917 (1,061)	<b>-1,453**</b> (0,701)	<b>-2,741**</b> (1,387)	<b>-2,184***</b> (0,741)
<i>Reglamento técnico 2</i>	-0,756 (0,910)	-0,911 (0,788)	0,696 (1,283)	-0,353 (0,716)

\* Estimación estadísticamente significativa al 10 por ciento.

\*\* Estimación estadísticamente significativa al 5 por ciento.

\*\*\* Estimación estadísticamente significativa al 1 por ciento.

Las desviaciones estándar se presentan en paréntesis.

En cuanto al valor de las exportaciones, en el DID sobre la muestra total se observa un impacto no significativo al menos al 90 % de confianza, según el cual las certificaciones significaron un aumento en las exportaciones de un poco más de USD\$ 2 millones en el período 2002-2006. Cuando la muestra se reduce a las empresas con un soporte común en la probabilidad de haber tomado la certificación en 2003 o 2004 y se controla por la evolución de las características de las empresas, el resultado aumenta levemente y se hace significativo al 99 % de nivel de confianza. Cuando el impacto promedio sobre los certificados se estima con un pareo de empresas en un radio de 0.02, el impacto se aproxima al USD\$ 0.9 millones, significativo al 95 %.

Al observar los resultados individuales de las certificaciones, se encuentran impactos no significativos en los modelos DID sin soporte común para productos y reglamentos técnicos, pero en el *matching*-DID se observa un efecto negativo, significativo al 90 % de confianza para productos y de 95 % para reglamentos, mostrando que el impacto positivo y significativo observado en normas no se deriva de certificaciones de productos y reglamentos técnicos, sino principalmente de las certificaciones de procesos<sup>2</sup>, es decir, de la acreditación del cumplimiento de normas internacionales como las ISO's, con \$USD 1.4 millones en el período. Las estimaciones para productos frente a procesos, muestran que la certificación de productos no permite mejorar las exportaciones más allá del efecto de la certificación de procesos, con una significancia del 99 %. Para reglamentos técnicos, en general se muestra un efecto positivo, pero en ningún caso significativo.

---

<sup>2</sup>Debe tenerse en mente que este resultado también está sesgado hacia lo que sucede con las certificaciones internacionales, por cuando la mayor parte del total de empresas certificadas, lo están en los requerimientos establecidos por este tipo de normas.

Los efectos sobre el número de productos exportados también evidencian la importancia de la certificación en procesos dentro de las certificaciones en general, que impactaron con un nivel de confianza del 99 % en la exportación de 1 a 2 productos adicionales en el período 2002-2006 para las empresas certificadas. Mientras tanto, las normas nacionales, es decir NTC's (productos) y reglamentos técnicos, no muestran un impacto significativo aunque sí positivo. En esta variable resultado, las certificaciones de productos tienen un efecto negativo en relación con los procesos.

Finalmente, en cuanto al número de países a los que tienen acceso las exportaciones colombianas, se encontró que el efecto de las normas es positivo y significativo, igual a 1.2 países en promedio, según el panel-DID controlado sobre soporte común, y 0.5 países según el *matching*-DID. De nuevo las certificaciones de proceso mostraron tener la mayor participación en este efecto al mostrar con una significancia de al menos el 95 %, que las empresas que se certificaron en procesos llegaron a 0.6 destinos más. El efecto de la certificación de los productos mostró ser negativo y significativo al 95 % con respecto a la certificación de procesos, reduciendo los destinos entre 2.2 y 2.7 países, de acuerdo con los modelos más robustos.

En general, los reglamentos técnicos no mostraron un importante efecto en el desempeño exportador de las empresas, y los resultados generales muestran cierta robustez entre los modelos, siendo más significativos aquellos desarrollados sobre la muestra en el soporte común para cada tipo de certificación. El tamaño de la muestra y los resultados de ajuste de cada uno de los modelos puede verse en el anexo [C](#).

## 4.2. Impacto por tipo de empresa

En el cuadro 4.3 se presentan los resultados para las certificaciones generales y las certificaciones en normas de procesos, utilizando los modelos más ajustados para la evaluación de impacto, sobre las tres variables de desempeño exportador definidas, clasificando a las empresas por tamaño y experiencia exportadora.

Cuadro 4.3: Resultados: Impacto de normas y procesos por tipo de empresa

Tratamiento / Tipo de empresa	Valor de exportaciones		Número de productos		Número de destinos	
	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02
<b>Norma</b>						
<b>Total</b>	<b>2,140***</b> (0,658)	<b>0,868**</b> (0,360)	<b>1,795***</b> (0,562)	<b>0,776***</b> (0,262)	<b>1,166***</b> (0,283)	<b>0,493***</b> (0,117)
Grandes	<b>2,303***</b> (0,559)	<b>1,026**</b> (0,404)	<b>1,123**</b> (0,568)	<b>0,808***</b> (0,294)	<b>0,914***</b> (0,306)	<b>0,576***</b> (0,129)
Medianas	0,091 (0,526)	<b>-0,415**</b> (0,171)	0,207 (0,423)	0,174 (0,225)	0,208 (0,319)	-0,122 (0,175)
Pequeñas	-0,453 (0,459)	<b>-0,750***</b> (0,260)	0,049 (0,469)	0,062 (0,333)	0,386 (0,457)	0,064 (0,349)
Exportadoras	<b>2,341***</b> (0,897)	<b>1,539***</b> (0,551)	0,231 (0,876)	<b>0,934**</b> (0,402)	<b>1,143***</b> (0,440)	<b>0,726***</b> (0,164)
No exportadoras	-0,005 (0,312)	<b>-0,473***</b> (0,146)	<b>0,407*</b> (0,243)	<b>0,376**</b> (0,148)	<b>0,334*</b> (0,175)	0,177 (0,135)
<b>Proceso</b>						
<b>Total</b>	<b>2,466***</b> (0,617)	<b>1,409***</b> (0,365)	<b>1,888***</b> (0,539)	<b>1,005***</b> (0,260)	<b>0,641**</b> (0,264)	<b>0,614***</b> (0,107)
Grandes	<b>2,604***</b> (0,576)	<b>1,398***</b> (0,419)	<b>1,517**</b> (0,644)	<b>0,997***</b> (0,300)	<b>1,059***</b> (0,269)	<b>0,641***</b> (0,120)
Medianas	0,127 (0,307)	0,037 (0,220)	0,040 (0,301)	0,048 (0,210)	0,110 (0,229)	0,125 (0,185)
Pequeñas	-0,170 (0,290)	-0,182 (0,210)	-0,079 (0,290)	-0,117 (0,264)	0,478 (0,351)	0,243 (0,279)
Exportadoras	<b>2,123**</b> (0,856)	<b>1,922***</b> (0,555)	1,584 (1,038)	<b>1,170***</b> (0,401)	<b>1,205***</b> (0,433)	<b>0,913***</b> (0,160)
No exportadoras	-0,339 (0,399)	<b>-0,203*</b> (0,121)	<b>0,409***</b> (0,115)	<b>0,391***</b> (0,109)	<b>0,190**</b> (0,089)	<b>0,201***</b> (0,075)

\* Estimación estadísticamente significativa al 10 por ciento.

\*\* Estimación estadísticamente significativa al 5 por ciento.

\*\*\* Estimación estadísticamente significativa al 1 por ciento.

Las desviaciones estándar se presentan en paréntesis.

Confirmando de forma parcial la expectativa sobre un impacto positivo mayor de las certificaciones en las empresas grandes y las medianas que en las pequeñas, los resultados

muestran que son las empresas grandes las más beneficiadas con las certificaciones, teniendo un impacto positivo entre \$USD 1 y 2.1 millones en el valor de las exportaciones, con un nivel de confianza de al menos 95 %; entre 0.8 y 1.1 productos adicionales exportados en promedio, con el mismo nivel de confianza; y entre 0.6 y 0.9 nuevos destinos de exportación, con un nivel de confianza del 99 %, para el período 2002-2006. Mientras tanto, los resultados para las empresas medianas y pequeñas muestran impactos positivos no significativos, excepto en el *matching*-DID, modelo en que el impacto para las medianas es negativo en \$USD 0.4 millones al 95 % de confianza, y para las pequeñas es negativo en \$USD 0.75 millones al 99 % de confianza.

Clasificando a las empresas por su experiencia exportadora, se encuentra que son estas empresas las que tuvieron un mejor desempeño exportador como resultado de las certificaciones de normas de calidad en general, efecto positivo y significativo al 99 % de nivel de confianza en el valor de las exportaciones (entre \$USD 1.5 y 2.6 millones) y la diversificación de destinos (entre 0.7 y 1.1 nuevos países), y al 95 % de nivel de confianza en el número de productos exportados (entre 0.2 y 0.9 nuevos productos). Finalmente, las empresas no exportadoras muestran impactos positivos significativos al 90 % de nivel de confianza en número de productos (alrededor de 0.4) y destinos (entre 1.7 y 3.3), mientras en el valor de exportaciones el efecto puede ser negativo en \$USD 0.5 millones.

Para las certificaciones de procesos (normas internacionales) los resultados son similares, dado que, como se vio anteriormente, son las que tienen un mayor impacto, y representan en mayor proporción al total de normas en que las empresas se certificaron. Las firmas grandes tienen un impacto positivo en el valor de sus exportaciones por encima de \$USD 1.4 millones, 1 nuevo producto y 0.6 nuevos destinos en promedio, con un nivel de confianza



de 99 %. Mientras tanto, para las empresas medianas no hay resultados significativos con más del 90 % de nivel de confianza, aunque todos son positivos, excepto para las empresas pequeñas en valor de exportaciones y número de productos.

Las empresas exportadoras muestran mejores desempeños, que son significativos en su mayoría al 99 % en valor de exportaciones (al menos \$USD 1.9 millones), el número de productos (al menos 1.2 productos nuevos) y países de destinos de sus exportaciones (al menos 0.9 nuevos países). Por otro lado, en este tipo de certificación las empresas no exportadoras sí presentan un mejor desempeño en el número de nuevos productos y destinos (0.4 y 0.2 respectivamente) significativo al menos al 95 %, con resultados negativos para el valor de exportaciones.

En el cuadro 4.4 se presentan los resultados para las certificaciones de productos y reglamentos técnicos, utilizando como grupo de control a las empresas no certificadas, así como las certificadas en procesos, tomando de nuevo los modelos de panel-DID controlado y *matching*-DID sobre la muestra con soporte común, para las tres variables de desempeño exportador definidas, y también clasificando a las empresas por tamaño y experiencia exportadora, en las categorías para las que la muestra fue lo suficientemente grande como para estimar resultados consistentes.

En general, para este grupo de tratamientos los resultados significativos se presentan en el modelo *matching*-DID. En el valor de las exportaciones los efectos de las certificaciones en reglamentos técnicos por parte de las empresas grandes o exportadoras son negativos con más de \$USD 3.2 millones. Mientras tanto, para las certificaciones en producto los efectos no son significativos con algunos resultados positivos y otros negativos, por lo que no hay

una tendencia clara para recoger. Para el número de destinos no hay efectos significativos en reglamentos técnicos, pero sí los hay al 95 % de confianza en productos, siendo negativos por encima de 1.9 países.

Cuadro 4.4: Resultados: Impacto de productos y reglamentos por tipo de empresa

Tratamiento / Tipo de empresa	Valor de exportaciones		Número de productos		Número de destinos	
	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02
<b>Producto 1</b>						
Total	-1,672 (3,421)	<b>-4,100*</b> (2,378)	3,012 (4,777)	1,591 (1,698)	-1,791 (1,866)	<b>-2,517***</b> (0,887)
Grandes	0,437 (3,347)	-3,694 (2,377)	1,585 (3,099)	1,430 (1,698)	-1,625 (1,964)	<b>-2,232**</b> (0,887)
Exportadoras	1,279 (3,150)	0,767 (2,537)	2,385 (5,309)	1,396 (1,820)	-1,978 (2,029)	<b>-1,905**</b> (0,954)
<b>Reglamento técnico 1</b>						
Total	0,383 (2,478)	<b>-3,754**</b> (1,829)	3,544 (4,785)	1,373 (1,782)	-0,657 (1,756)	-0,626 (0,802)
Grandes	-0,335 (1,829)	<b>-3,208*</b> (1,829)	3,716 (1,782)	1,284 (1,782)	0,225 (0,802)	-0,533 (0,802)
Exportadoras	0,086 (2,187)	<b>-3,938**</b> (1,829)	3,411 (4,813)	1,281 (1,782)	0,132 (1,809)	-0,664 (0,802)
<b>Producto 2</b>						
Total	-3,608 (2,707)	<b>-5,395***</b> (1,128)	-1,595 (2,217)	-1,643 (1,025)	<b>-2,741**</b> (1,387)	<b>-2,184***</b> (0,741)
Grandes	<b>-7,042**</b> (3,402)	<b>-7,587***</b> (1,378)	-1,636 (2,632)	<b>-2,159*</b> (1,259)	<b>-3,366**</b> (1,691)	<b>-2,617***</b> (0,910)
Medianas	-0,054 (0,103)	-0,130 (0,241)	-0,159 (0,749)	<b>-0,740***</b> (0,286)	-0,118 (0,389)	<b>-1,208***</b> (0,429)
Exportadoras	-3,910 (3,775)	<b>-7,408***</b> (1,823)	-1,660 (3,109)	-1,823 (1,681)	-2,710 (1,867)	<b>-2,639**</b> (1,213)
No exportadoras	<b>-0,117*</b> (0,070)	<b>-1,238***</b> (0,016)	-1,184 (0,846)	<b>-1,337***</b> (0,111)	<b>-0,732*</b> (0,392)	<b>-1,944***</b> (0,056)
<b>Reglamento técnico 2</b>						
Total	1,381 (3,449)	0,441 (0,948)	1,340 (3,276)	0,031 (1,115)	0,696 (1,283)	-0,353 (0,716)
Grandes	-1,149 (7,845)	-1,324 (1,704)	3,461 (8,088)	-0,068 (2,679)	-1,737 (2,963)	<b>-2,436*</b> (1,323)
Medianas	0,566* (0,319)	1,762 (1,758)	-1,426 (1,162)	-0,259 (0,285)	1,407** (0,683)	1,489 (1,282)
Exportadoras	4,713 (6,337)	0,414 (2,156)	7,867 (6,770)	1,258 (3,527)	-1,629 (2,124)	-1,361 (1,779)
No exportadoras	0,182 (0,208)	1,107 (1,136)	-0,410 (0,362)	<b>-0,548***</b> (0,135)	0,253 (0,529)	0,416 (0,829)

\* Estimación estadísticamente significativa al 10 por ciento.

\*\* Estimación estadísticamente significativa al 5 por ciento.

\*\*\* Estimación estadísticamente significativa al 1 por ciento.

Las desviaciones estándar se presentan en paréntesis.

Para las certificaciones en reglamentos técnicos frente a procesos, a pesar de que los efectos no son significativos en general, se encuentra que el efecto negativo de las empresas

grandes equivale a la reducción de 2.4 destinos comerciales, un aumento de 1.4 en empresas medianas y una reducción de 0.5 productos en empresas no exportadoras, todos estos resultados con un nivel de confianza de al menos 90 %.

Finalmente, en el desempeño exportador de las firmas manufactureras colombianas, se encuentra un efecto general negativo de las certificaciones de productos con respecto a las de procesos, sobre empresas grandes, medianas, exportadoras y no exportadoras. En el valor de las exportaciones el efecto sobre grandes y exportadoras es una diferencia negativa de al menos \$USD 7.4 millones con una significancia de 1 %, mientras las no exportadoras tienen una diferencia negativa de \$USD 1.2 millones.

En cuanto al número de productos, las grandes dejaron de exportar con respecto a las firmas certificadas en procesos, 2.1 productos (con 90 % de confianza), las medianas 0.7 y las no exportadoras 1.3, estos dos últimos resultados con un 99 % de confianza. En el número de países de destino de las exportaciones los resultados son negativos así: 2.6 menos destinos para las empresas grandes y las exportadoras, 1.2 para las medianas y 1.9 para las no exportadoras, con una confianza de al menos 90 %.

Un resumen de los resultados del efecto promedio de las certificaciones de procesos (normas internacionales), productos (normas voluntarias nacionales) y reglamentos técnicos (normas obligatorias nacionales) en las empresas colombianas, de acuerdo con el modelo *matching*-DID, se presenta en las figuras [4.1](#) y [4.2](#).

Figura 4.1: Resumen: Impacto de certificaciones en procesos

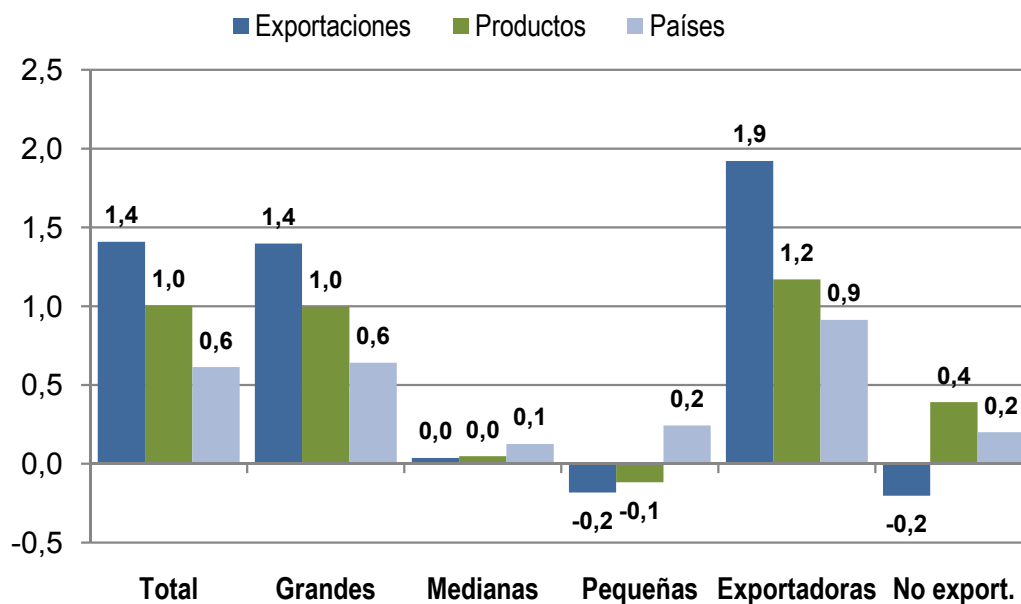
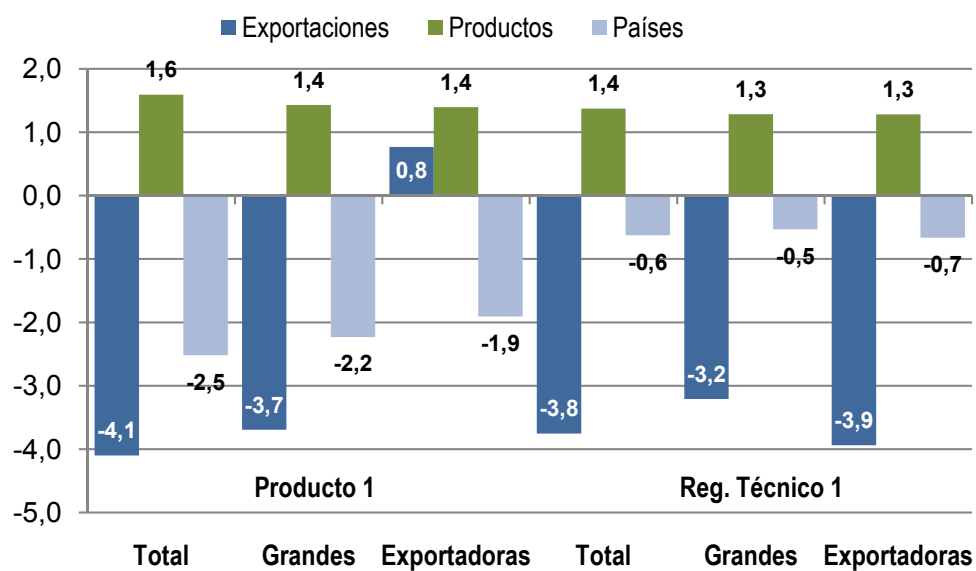


Figura 4.2: Resumen: Impacto de certificaciones en productos y reglamentos



### 4.3. Impacto por sectores

Analizando el impacto de las certificaciones de calidad por sectores para las certificaciones en normas y procesos<sup>3</sup> (cuadro 4.5), se encontró que las empresas que se certificaron en normas de calidad, aumentaron sus exportaciones. Bajo el modelo *matching*-DID, los resultados son significativos para los siguientes sectores: Alimentos, bebidas y tabaco (0.6 nuevos países al 90 %); Caucho y Plástico (\$USD 1.2 millones al 95 % y 0.7 nuevos destinos al 99 %); Maquinaria, Equipos y Aparatos Eléctricos (\$USD 0.9 millones, 1.6 nuevos productos y 0.7 nuevos destinos, al 90 %, 95 % y 99 %, respectivamente); Muebles (\$USD 0.9 millones y 2.8 nuevos productos, al 95 % y 99 %, respectivamente); y Químicos (0.4 nuevos destinos al 95 %).

En cuanto a las certificaciones de proceso, los resultados son similares. Bajo el modelo *matching*-DID, los resultados son significativos para los sectores: Alimentos, bebidas y tabaco (0.6 nuevos países al 90 %); Caucho y Plástico (\$USD 1.5 millones al 95 % y 0.9 nuevos productos al 90 % y 1 nuevo país al 99 %); Maquinaria, Equipos y Aparatos Eléctricos (\$USD 1.7 millones al al 95 %, 2.2 nuevos productos al al 99 % y 0.9 nuevos destinos al 99 %); Metales y Minerales (1 nuevo producto al 95 %); Muebles (\$USD 1.1 millones y 2.2 nuevos productos, al 95 %); Químicos (0.5 nuevos destinos al 95 %); Textiles, prendas, pieles y cueros (0.7 nuevos destinos al 95 %); y Vehículos y equipo de transporte (0.8 nuevos destinos al 95 %).

---

<sup>3</sup>Los demás tipos de tratamiento definidos antes no pueden aplicarse por sectores debido al tamaño de la muestra resultante por sector.

Cuadro 4.5: Resultados: Impacto por sectores

Tratamiento / Tipo de empresa	Valor de exportaciones		Número de productos		Número de destinos	
	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02	DID con control con soporte común	DID - Propensity Score con radio de 0,02
<b>Norma</b>						
<b>Total</b>	<b>2,140***</b> (0,658)	<b>0,868**</b> (0,360)	<b>1,795***</b> (0,562)	<b>0,776***</b> (0,262)	<b>1,166***</b> (0,283)	<b>0,493***</b> (0,117)
Alimentos, bebidas y tabaco	0,805 (1,357)	-0,398 (0,499)	0,702 (0,599)	0,665 (0,552)	<b>1,219**</b> (0,534)	<b>0,643*</b> (0,372)
Caucho y plástico	<b>2,046**</b> (0,895)	<b>1,216**</b> (0,533)	1,463 (0,921)	0,393 (0,308)	<b>1,705**</b> (0,757)	<b>0,757***</b> (0,240)
Edición, impresión y reproducción	0,158 (0,966)	-0,081 (0,202)	0,841 (1,843)	0,535 (0,688)	0,771 (1,412)	0,369 (0,400)
Maquinaria, equipos y aparatos eléctricos	0,272 (0,196)	<b>0,868*</b> (0,501)	<b>2,311*</b> (1,372)	<b>1,615**</b> (0,732)	<b>1,210*</b> (0,701)	<b>0,723***</b> (0,247)
Metales y minerales	<b>2,143*</b> (1,157)	0,319 (0,905)	1,114 (0,864)	0,739 (0,455)	0,096 (0,640)	-0,362 (0,243)
Madera y papel	<b>6,003**</b> (2,730)	3,363 (2,352)	2,871 (1,931)	1,367* (0,775)	1,789 (1,111)	0,946* (0,574)
Muebles	0,477 (0,443)	<b>0,987**</b> (0,439)	<b>2,648*</b> (1,385)	<b>2,822***</b> (0,954)	0,382 (1,121)	0,854 (0,612)
Químicos	3,086 (2,024)	1,919 (1,637)	1,964 (1,493)	0,355 (0,900)	1,145 (0,815)	<b>0,431**</b> (0,209)
Textiles, prendas, pieles y cueros	0,453 (0,781)	0,276 (0,591)	0,360 (1,831)	0,293 (1,229)	0,528 (0,631)	0,348 (0,426)
Vehículos y equipo de transporte	3,756 (3,117)	4,675 (3,022)	-2,168 (4,911)	-1,974* (1,192)	0,330 (0,870)	0,362 (0,355)
<b>Proceso</b>						
<b>Total</b>	<b>2,466***</b> (0,617)	<b>1,409***</b> (0,365)	<b>1,888***</b> (0,539)	<b>1,005***</b> (0,260)	<b>0,641**</b> (0,264)	<b>0,614***</b> (0,107)
Alimentos, bebidas y tabaco	1,192 (1,206)	0,184 (0,481)	0,849 (0,550)	0,782 (0,569)	1,076** (0,459)	0,590* (0,324)
Caucho y plástico	<b>2,246***</b> (0,762)	<b>1,517***</b> (0,548)	<b>1,875**</b> (0,823)	<b>0,879*</b> (0,485)	<b>1,729***</b> (0,634)	<b>0,996***</b> (0,251)
Edición, impresión y reproducción	0,411 (0,735)	0,145 (0,213)	0,317 (1,387)	0,012 (0,588)	0,637 (1,091)	0,354 (0,402)
Maquinaria, equipos y aparatos eléctricos	<b>1,319**</b> (0,629)	<b>1,746**</b> (0,699)	<b>1,773*</b> (1,077)	<b>2,192***</b> (0,728)	<b>1,252**</b> (0,518)	<b>0,889***</b> (0,256)
Metales y minerales	<b>2,811***</b> (1,032)	1,344 (0,930)	<b>1,293*</b> (0,690)	<b>1,040**</b> (0,416)	0,273 (0,502)	-0,075 (0,264)
Madera y papel	<b>6,006***</b> (2,245)	3,628 (2,354)	1,899 (1,631)	0,807 (0,933)	1,149 (0,859)	0,790 (0,583)
Muebles	<b>0,687*</b> (0,364)	<b>1,062**</b> (0,451)	<b>2,275**</b> (1,111)	<b>2,206**</b> (0,893)	0,683 (0,908)	0,871 (0,619)
Químicos	2,669 (1,753)	1,916 (1,489)	1,977 (1,960)	0,597 (0,840)	1,052 (0,682)	<b>0,533***</b> (0,197)
Textiles, prendas, pieles y cueros	0,658 (0,710)	0,562 (0,630)	0,567 (1,606)	0,641 (1,274)	0,764 (0,545)	<b>0,653**</b> (0,321)
Vehículos y equipo de transporte	5,398 (3,894)	4,937 (3,021)	1,341 (4,239)	0,133 (1,191)	0,971 (0,686)	<b>0,800**</b> (0,398)

\* Estimación estadísticamente significativa al 10 por ciento.

\*\* Estimación estadísticamente significativa al 5 por ciento.

\*\*\* Estimación estadísticamente significativa al 1 por ciento.

Las desviaciones estándar se presentan en paréntesis.

## Capítulo 5

# Conclusiones

Mediante esta investigación se estimaron los efectos del Sistema Nacional de Normalización, Certificaciones y Metrología en Colombia, a través de las certificaciones de calidad en normas nacionales (NTC's y reglamentos técnicos) y normas internacionales (Normas ISO, HACCP, BASC, BPM, NIMF, entre otras), en el desempeño exportador de las empresas manufactureras colombianas que se certificaron en 2003 y 2004, tomando como variables de impacto el valor de las exportaciones, el número de productos exportados y el número de países de destinos de sus exportaciones entre 2002 y 2006.

Para esta estimación se combinaron tres técnicas: regresión en datos panel, *matching* con *propensity score*, y Diferencias en Diferencias (DID). Los resultados son en general, robustos para los modelos de *matching* y panel combinados con DID, utilizando el soporte común de empresas con una probabilidad similar de haberse certificado en 2003 o 2004.

Como se observó en la literatura relacionada en el capítulo 2, los resultados obtenidos por Maskus et al (2005, pág. 27 [27]) señalan que los estándares de calidad pueden imponer costos sobre las empresas que buscan cumplirlos. Tal resultado es compatible con el de

este estudio, en que se muestra evidencia de que las empresas pequeñas pueden empeorar su desempeño exportador como consecuencia de las certificaciones.

Y aunque en el estudio del ICONTEC se argumenta que los costos, a pesar de existir, no son significativos (ICONTEC (2006), pág. 10 [26]), Maskus et al (2005, pág. 27 [27]) ratifican la evidencia que muestra este documento, en cuanto aseguran que “aunque el impacto relativo en los costos de cumplimiento son relativamente bajos, estos costos pueden ser factores decisivos en el éxito exportador de las empresas”, posiblemente porque, como lo señala la OECD (*Op cit*, pág. 104 [30]), las pequeñas empresas tienen mayores problemas con las exportaciones, al no poder distribuir sus costos en una mayor producción.

Sin embargo, tal resultado no es extensivo a todas las firmas. Para el período de estudio, hay evidencia que muestra que las empresas grandes o con un perfil exportador pueden haberse beneficiado de las certificaciones, en particular, de las normas internacionales (de proceso). Mientras tanto, las empresas grandes o pequeñas, exportadoras o no exportadoras que se certificaron en normas nacionales voluntarias u obligatorias, no mostraron mejoras estadísticamente significativas en sus exportaciones, y en algunos casos obtuvieron pérdidas como consecuencia de las certificaciones.

Estos resultados son consistentes con los de Wilson (2007, pág. 11-12 [41]), quien encontró evidencia empírica que valida la hipótesis de que los estándares afectan el comercio internacional e incluso la capacidad de las firmas de países en vía de desarrollo para aumentar sus posibilidades de exportación, efecto que claramente difiere entre las normas nacionales y las internacionales.

Dentro del contexto de este estudio, el resultado general de las pequeñas empresas es



negativo tanto en exportaciones y productos como en destinos de exportación, resultado contrario al encontrado por Castagnino (2006, pág. 103 [6]), quien encontró que las Pequeñas y medianas empresas son las que más se benefician con las certificaciones de calidad, en particular con las normas ISO.

No obstante, este resultado refleja la intuición obtenida del modelo teórico en la sección 2.4. El modelo presentado muestra que los efectos positivos dependerán de que la estructura de costos impuesta por el sistema de certificación sustituya y reduzca los costos que imponen los estándares. En particular, para las empresas que estos costos resulten ser muy altos como para ser cubiertos por los beneficios de la exportación, la certificación derivará en una reducción de sus mercados y sus exportaciones. De acuerdo con los resultados de la evaluación de impacto, hay evidencia de que estas empresas son las pequeñas.

Tal resultado también admite otra hipótesis que va en el mismo sentido que lo mostrado por el modelo y los resultados empíricos. Dadas las características particulares de este estudio, en el que se hace una estimación de los efectos de corto plazo de las certificaciones, puede que las empresas pequeñas no hayan mostrado efectos positivos porque existe la posibilidad de que requieran un mayor tiempo para asumir los costos de la certificación, ajustarse al nuevo funcionamiento de su empresa y ganar la experiencia necesaria para obtener algún provecho del comercio internacional.

En relación con la experiencia exportadora, la evidencia muestra que para el período de estudio, las certificaciones beneficiaron principalmente a las empresas que tenían tal experiencia. Este resultado encuentra respaldo en Roberts (1997, pág. 561 [31]), Bernard y Jensen (2004, pág. 20 [2]) y Görg, Henry y Strobl (2006, pág. 12 [20]), quienes afirman

que, en general, las medidas como subsidios y programas de promoción de las exportaciones no son efectivos para los nuevos exportadores. En este sentido, hay evidencia para argumentar que la certificación de calidad no es por sí sólo un instrumento para entrar a cualquier mercado, sino que son las empresas con la experiencia y el conocimiento de la demanda y los mercados, las que pueden sacar mayor provecho de tales certificaciones. Como recomendación de política, se hace especial énfasis en esta hipótesis como elemento a considerar en el diseño de programas conjuntos de apoyo a MIPYMES, que incluyan el acompañamiento en la obtención de certificaciones de calidad.

También se encontró evidencia que muestra que, por encima del valor de las exportaciones y la inserción de nuevos productos en los mercados internacionales, las certificaciones permiten abrir nuevos mercados, en particular aquellas que corresponden a requerimientos de normas internacionales, tal como lo sugiere el modelo teórico planteado, y los modelos teóricos revisados en el marco teórico. Por el contrario, las normas voluntarias y obligatorias colombianas en productos mostraron no contribuir a las exportaciones significativamente, posible señal de falta de seguimiento de normas internacionales, o simplemente de un débil aparato institucional sin validación internacional (DNP, 2005, pág. 10 [11]).

En cuanto a los sectores, el impacto significativo es bastante entendible para ramas de la producción como las de alimentos, bebidas, tabaco, plástico, maquinaria y equipos eléctricos, muebles y textiles, aunque parece extraño el efecto no significativo en químicos, edición, impresión y reproducción.

Finalmente, en este estudio, tal como lo señalan Swann et al (*Op cit*, págs. 1300 y 1309 [37]), hay evidencia que anima a decir que el impacto general es positivo, y que los estándar

res internacionales pueden afectar de manera más positiva el comercio, que los estándares idiosincráticos nacionales, diferencia que encuentra sustento en los resultados entre empresas certificadas en procesos y productos.

A pesar de esta ilustrativa evidencia, de esta investigación surgieron nuevas preguntas, así como temas por explorar, que quedan por resolver. Por ejemplo, ¿cómo las empresas pequeñas y medianas alteran sus esquemas de costos y producción para adaptarse a los requerimientos de las normas?, ¿por qué algunos sectores productores de bienes con altos requerimientos técnicos no mejoraron sus exportaciones con las certificaciones internacionales?, ¿a qué debilidad en particular del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología se debe el bajo desempeño exportador de las empresas certificadas en normas nacionales?, ¿son los requerimientos de los reglamentos técnicos, excesivos, convirtiéndose en obstáculos innecesarios al comercio? ¿o imponen especificaciones que no son comunes con los mercados internacionales?.

Por otro lado, puede que la evaluación los efectos de corto plazo de las certificaciones, planteada para el período 2002-2006, no recoja los efectos de mediano y largo plazo de la obtención de una certificación de calidad. Esto se debe tanto a la naturaleza de esos efectos como a la extensión del período propuesto. La naturaleza de los efectos radica en que, aunque la certificación como requerimiento para entrar a algún mercado particular puede verse en el corto plazo, la rapidez con que se transmite la señal de calidad de los productos y procesos de la empresa, puede depender de los vínculos que tenga la empresa en el exterior y la experiencia exportadora de las empresas<sup>1</sup>, y no necesariamente tener un efecto inmediato.

---

<sup>1</sup>Ver Bernard y Jensen (2004, pág. 20 [2])



# Bibliografía

- [1] Aedo, C. (2005). Evaluación de Impacto. *CEPAL, Serie Manuales, documento No. 47, noviembre.*
- [2] Bernard, J. & Jensen, A. (2001). Why Some Firms Export. *NBER Working Papers 8349, National Bureau of Economic Research, Inc.*
- [3] Bernhofen, D. (2001). Product Differentiation, Competition, and International Trade. *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique, Vol. 34, No. 4, November, 1010-1023.*
- [4] Blundell, R. & Costa, M. (2000). Evaluation Methods for Non-Experimental Data. *Fiscal Studies, Vol. 21, No. 4, 427-468.*
- [5] Blundell, R., Costa, M., Meghir, C. & Van Reenen, J. (2004). Evaluating the Employment Impact of a Mandatory Job Search Program. *Journal of the European Economic Association, Vol. 2, No. 4, June, 569-606.*
- [6] Castagnino, T. (2006). Estándares Internacionales de Calidad y Desempeño Exportador: Evidencia a Nivel de Firma. *Revista del Centro de Economía Internacional de*

*Argentina, v. diciembre, 93-105.*

- [7] Chen, M., Otsuki, T. & Wilson, J. (2006). Do Standards Matter for Export Success?.

*The World Bank Policy Research Working Series, Working paper No. 3809.*

- [8] CONPES (2006). Lineamientos Para una Política Nacional de Calidad. *Documento*

*CONPES No. 3446.* Bogotá, D. C.

- [9] DANE (2006). Anexos metodológicos a la Encuesta Anual Manufacture-

ra 2006. Disponible en [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/mmm/anexo\\_metodologico2006.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/mmm/anexo_metodologico2006.pdf).

- [10] Dixit, A. & Stiglitz, J. (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product

Diversity. *American Economic Review, Vol. 67, June, 297-308.*

- [11] Departamento Nacional de Planeación (2005). Plan Nacional de la Calidad. *Docu-*

*mento de proyecto no publicado.*

- [12] Departamento Nacional de Planeación (2006). Análisis Institucional del Sistema Na-

cional de la Calidad. *Documento disponible en <http://www.mincomercio.gov.co/econtent/documentos/Regulacion/AnalisisInstitucionalSistemaNal.pdf>.*

- [13] Essaji, A. (2005). The Political Economy of Technical Regulations. *Disponible en*

*[http://www.wlu.ca/documents/6388/pol\\_econ\\_tr.pdf](http://www.wlu.ca/documents/6388/pol_econ_tr.pdf).*

- [14] Fagerberg, J. (1988). International Competitiveness. *The Economic Journal, Vol. 98,*

*No. 391, June, 355-374.*

- 
- [15] Gabszewicz, J., Shaked, A., Sutton, J. & Thisse, J.-F. (1981). International Trade in Differentiated Products. *International Economic Review*, Vol. 22, No. 3, October, 527-534.
- [16] Galiani, S., Gertler, P. & Schargrodsky, E. (2005). Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality. *The Journal of Political Economy*, Vol. 113, No. 1, February, 83-120.
- [17] Gandal, N. (2002) Quantifying the Trade Impact of Compatibility Standards and Barriers: An Industrial Organization Perspective. *Disponible en* <http://www.tau.ac.il/~gandal/tradestand.pdf>.
- [18] Gasiorrek, M., Smith, A. & Venables, A. (1992). Trade and Welfare: A General Equilibrium Model. *C.E.P.R. Discussion Papers*, No. 672, March, disponible en <http://www.cepr.org/pubs/new-dps/dplist.asp?dpno=672>.
- [19] Glejser, H., Jacquemin, A. & Petit, J. (1980). Exports in an Imperfect Competition Framework: An Analysis of 1,446 Exporters. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 94, No. 3, May, 507-524.
- [20] Görg, H., Henry, M. & Strobl, E. (2007). Grant Support and Exporting Activity. *CEPR Discussion Paper No. 6054*.
- [21] Heckman, J., Ichimura, H. y Todd, P. (1997). Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme. *The Review of Economic Studies*, Vol. 64, No. 4, Special Issue: Evaluation of Training and Other Social Programmes, October, 605-654.

- [22] Heckman, J., Ichimura, H., Smith, J. & Todd, P. (1998). Characterizing Selection Bias Using Experimental Data. *Econometrica*, Vol. 66, No. 5, September, 1017-1098.
- [23] Heckman, J., Ichimura, H. y Todd, P. (1998). Matching as an Econometric Evaluation Estimator. *The Review of Economic Studies*, Vol. 65, No. 2, April, 261-294.
- [24] Hirano, K., Imbens, G. & Ridder, G. (2003). Efficient Estimation of Average Treatment Effects Using the Estimated Propensity Score. *Econometrica*, Vol. 71, No. 4, July, 1161-1189.
- [25] Henson, S., Loader, R., Swinbank, A. & Bredahl, M. (1999). The Impact of Sanitary and Phytosanitary Measures on Developing Country Exports of Agricultural and Food Products. *Documento presentado en la Conferencia de Agricultura y la Nueva Agenda de Comercio en las Negociaciones de la OMC en 2000*. Disponible en <http://sard.ruc.edu.cn/>.
- [26] ICONTEC (2006). Impacto de la Certificación de Sistemas de Gestión de la Calidad en las Empresas Colombianas. *Investigación realizada para el ICONTEC por el Centro Nacional de Productividad*, Bogotá, D. C.
- [27] Maskus, K., Otsuki, T. & Wilson, J. (2005). The Cost of Compliance with Product Standards for Firms in Developing Countries: An Econometric Study. Working paper No. 3590 en *The World Bank Policy Research Working Series, Working Paper 3590*, May.
- [28] Maskus, K., Wilson, J. & Otsuki, T. (2000). Quantifying the Impact of Technical Barriers to Trade. A framework for Analysis. *The World Bank Policy Research Working Series, Working paper No. 2512*, December.



- 
- [29] Moenius, J. (2004). Information versus Product Adaptation: The Role of Standards in Trade. Disponible en <http://ssrn.com/abstract=608022>.
- [30] Organización para el Desarrollo Económico y la Cooperación (1999). An Assessment of the Cost for International Trade in Meeting Regulatory Requirements. *TD/TC/WP(99)8/FINAL* Disponible en [http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=TD/TC/WP\(99\)8/FINAL&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=TD/TC/WP(99)8/FINAL&doclanguage=en).
- [31] Roberts, M. & Tybout, J. (1997). The Decision to Export in Colombia: An Empirical Model of Entry with Sunk Costs. *The American Economic Review*, Vol. 87, No. 4, September, 545-564.
- [32] Rosenbaum, P. & Rubin, D. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, Vol. 70, No. 1, April, 41-55.
- [33] Rozo, J., Castro, S. & Torres, M. (2007). Impacto de la Participación Privada en los Servicios de Acueducto y Alcantarillado en Colombia. *Trabajo desarrollado para la Subdirección de Agua y Ambiente de la Dirección de Desarrollo Urbano y Política Ambiental del DNP*. Bogotá, D.C.
- [34] Ruiz, E., Malagón, J. y Díaz, G. (2008). Determinantes y Competitividad de las Exportaciones Colombianas. *Carta Financiera ANIF No. 142 Abril-Junio*, p20-27.
- [35] Smith, J. & Todd, P. (2005). Does Matching Overcome Lalonde's Critique of Nonexperimental Estimators?. *Journal of Econometrics*, Vol. 125, No. 1-2, March-April, 305-353.

- [36] Stephenson, S. (1997). Standards and Conformity Assessment as Nontariff Barriers to Trade. *The World Bank Policy Research Working Series, Working paper No. 1826, September.*
- [37] Swann, P., Temple, P. & Shurmer, M. (1996). Standards and Trade Performance: The UK Experience. *The Economic Journal, Vol. 106, No. 438, September, 1297-1313.*
- [38] United States International Trade Commission (1998). Global Assessment of Standards Barriers to Trade in the Information Technology Industry. *Publication 3141, November, Washington, DC.* Disponible en [http://www.usitc.gov/publications/332/working\\_papers/pub3141.pdf](http://www.usitc.gov/publications/332/working_papers/pub3141.pdf).
- [39] Vera-Hernández, M. (2003). Evaluar intervenciones sanitarias sin experimentos. *Department of Economics, University College London. Gac Sanit 2003, 17(3), 238-48.*
- [40] World Economic Forum (2009). The Global Enabling Trade Report. *Geneva, Switzerland.* Disponible en <http://www.weforum.org/getr>.
- [41] Wilson, J. (2007). Standards, Trade and Development: A Quick Look at Regulation and Information Technology. *Disponible en <http://jobfunctions.bnet.com/abstract.aspx?docid=316672>.*
- [42] Wilson, J., Otsuki, T. & Sewadeh, M. (2002). Dirty Exports and Environmental Regulation: Do Standards Matter to Trade?. *The World Bank Policy Research Working Series, Working paper No. 2806, March.*

- 
- [43] World Trade Organization (2005). World Trade Report. *Chapter II Trade, Standards and the WTO, Section A Introduction, and B The Economics of Standards and Trade*, 29-74.
- [44] Zhao, Z. (2005). Sensitivity of Propensity Score Methods to the Specifications. *IZA Discussion Paper Series, Paper No. 1873, December*.



# Apéndice A

## Estado del SNNCM

Algunos de los problemas que presenta el SNNCM, son la falta de coordinación entre las entidades, la desarticulación de los esfuerzos de distintos sectores y autoridades, y la necesidad de cumplir adecuadamente con el reto de llevar a cabo los compromisos adquiridos en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la OMC.

De acuerdo con el documento CONPES 3446, documento de política que presentó un diagnóstico de los problemas del SNNCM a 2006, en Colombia la expedición, vigilancia y control de reglamentos técnicos presenta seis dificultades:

- (1) diferentes entidades del Estado expiden reglamentos técnicos sin seguir los procedimientos de notificación ante la OMC y sin seguir un estudio de evaluación de impacto de la reglamentación;
- (2) en el país no existe una política unificada para la aceptación de los procedimientos de evaluación de la conformidad realizados en otros países para la validación del cumplimiento de reglamentos técnicos locales;

- (3) la centralización de las actividades de vigilancia, control y acreditación en la SIC, plantea posibles conflictos de interés en el momento de suspender o revocar acreditaciones y sancionar a los productores que incumplen los reglamentos técnicos<sup>1</sup>;
- (4) no se cuenta con la infraestructura y la capacidad técnica y humana para cumplir adecuadamente las obligaciones adquiridas en los tratados de libre comercio;
- (5) no existe en el país un sistema electrónico que recoja la totalidad de la información sobre los reglamentos técnicos vigentes en el país y en los principales socios comerciales. Tal sistema serviría para la evaluación y limitación de obstáculos técnicos innecesarios; y
- (6) la disponibilidad de personal, infraestructura y fondos en la SIC son limitados frente a los requerimientos de la economía.

Por otra parte, este documento de política también identifica otros problemas en el sub-sistema de normalización:

- (1) desarticulación entre las entidades del Gobierno y el MCIT, particularmente para la elaboración, adopción y publicación del programa anual de normalización y las normas técnicas voluntarias;
- (2) debido a la desarticulación, no se conoce el inventario total de normas existentes, y tampoco se notifican ante la OMC todas las normas que se adoptan; y
- (3) el país no atiende de manera adecuada a los foros de normalización internacional, en los cuales es necesaria su participación para evitar la imposición de obstáculos innecesarios a los productos colombianos.

---

<sup>1</sup>La creación de la ONAC se dio como respuesta a este problema.

En el subsistema de acreditación se destacan como problemas que:

- (1) ninguna de las entidades con funciones de acreditación tiene reconocimiento internacional; y
- (2) la desintegración y dispersión de entidades dentro del Sistema hace que los requisitos para la acreditación no sean únicos, transmitiendo los costos a los organismos evaluadores de la conformidad.

Finalmente, como problemas del subsistema de Metrología se encuentran, entre otros:

- (1) no existe un Organismo Nacional de Metrología;
- (2) no existe un sistema de información de la infraestructura metrológica nacional;
- (3) los laboratorios de la SIC no cuentan con la capacidad para analizar algunas de las características más comunes de los productos colombianos;
- (4) el país no participa en organizaciones internacionales de metrología; y
- (5) falta capacidad para la correcta interpretación de las mediciones.

En cuanto al sistema de evaluación de la conformidad, de acuerdo con el balance hecho el documento CONPES 3446 (pág. 13 [8]) se destaca que los organismos de certificación existentes son escasos y están concentrados geográficamente. Igualmente sucede con los laboratorios de ensayo y calibración, que son necesarios para el proceso de evaluación del que requiere la certificación.





## Propensity Score Matching

### B.1. Estimación

A pesar de que la estimación del modelo Logit ocasiona un problema de estimación por ser no lineal, el modelo puede linealizarse para estimarlo por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Para esto se plantea la ecuación de  $1 - p_i$ , esto es

$$1 - Pr_i = 1 - \frac{e^{(\alpha + B \cdot X_i)}}{1 + e^{(\alpha + B \cdot X_i)}} = \frac{1}{1 + e^{(\alpha + B \cdot X_i)}}, \quad (\text{B.1})$$

y de esta forma se puede calcular la siguiente razón

$$\frac{Pr_i}{1 - Pr_i} = e^{(\alpha + B \cdot X_i)} \quad (\text{B.2})$$

y aplicando el logaritmo natural a cada lado de la ecuación se tiene

$$\ln \left( \frac{Pr_i}{1 - Pr_i} \right) = \alpha + B \cdot X_i \quad (\text{B.3})$$

El término de la izquierda es la razón de probabilidades, que varía linealmente con respecto a  $X_i$ , sin embargo, la probabilidad no tiene este mismo comportamiento. Si  $L_i > 0$ ,  $Pr_i >$

$\frac{1}{2}$ , lo que quiere decir que la probabilidad de que la variable dependiente sea igual a 1 es mayor que la probabilidad de que sea igual a 0.

La interpretación de la ecuación (B.3) es la siguiente: cada uno de los  $\beta_j$  en  $B$ , asociados a los  $x_{ij}$  en  $X_i$ , representa una pendiente que mide el cambio en  $L_i$  por una unidad de cambio en  $x_{ij}$ . Mientras tanto,  $\alpha$  es tan sólo una probabilidad básica o estándar cuando las variables independientes son nulas. En este estudio, ésta es la probabilidad de certificarse por el simple hecho de ser una empresa manufacturera colombiana.

Si se quisiera estimar los parámetros del modelo por MCO, tendría que ubicarse matricialmente los datos de  $X_i$  y  $L_i$ , con  $L_i = \frac{Pr_i}{1-Pr_i}$ , donde  $p_i$  corresponde a  $Y_i$ . Esto resulta en un problema de estimación pues se tendría dos tipos de valores para  $L_i$ :  $\ln\left(\frac{1}{0}\right)$  y  $\ln\left(\frac{0}{1}\right)$ , pero ninguna de estas expresiones tiene sentido. Puesto que la información que se va a utilizar se encuentra a nivel de empresa, y es importante mantener ese nivel para el modelo de evaluación de impacto que se va a utilizar, la solución a este problema es optar por la estimación de parámetros por el método de Máxima Verosimilitud (MV).

Sobre el método de MV es necesario hacer varias observaciones:

- a) Los errores estándar estimados son asintóticos.
- b) Para evaluar la significancia estadística individual debe observarse el estadístico  $Z$  (normal estándar).
- c) El ajuste del modelo debe evaluarse con medidas alternativas al  $R^2$  como el  $R^2$  de McFadden o la Cuenta  $R^2$ . La Cuenta  $R^2$  es una medida de buena predicción del modelo, es decir, un porcentaje de aciertos en la estimación de  $\hat{Y} = 1$  cuando  $Y = 1$ .

- d) Para evaluar la hipótesis de coeficientes simultáneamente iguales a cero, que usualmente se contrasta con la prueba  $F$ , en este tipo de estimación se prueba con el estadístico de la razón de verosimilitud.

## B.2. Ajuste

### B.2.1. Coeficiente de determinación

Una medida común de bondad de ajuste de modelos lineales es el coeficiente de determinación del modelo,  $R^2$ , que mide el porcentaje del modelo que es explicado por las variables regresoras incluidas y no por los residuos. La medida equivalente para los modelos no lineales es conocida como el Pseudo  $R^2$ . La medida particular para modelos de respuesta binaria es la medida de  $R^2$  propuesta por McFadden (1974):

$$R^2 = 1 - \frac{\mathcal{L}_N(\hat{\beta})}{\mathcal{L}_N(\bar{y})} \quad (\text{B.4})$$

$$= 1 - \frac{\sum_i \{y_i \ln \hat{p}_i + (1 - y_i) \ln(1 - \hat{p}_i)\}}{N[\bar{y} \ln \bar{y} + (1 - \bar{y}) \ln(1 - \bar{y})]} \quad (\text{B.5})$$

donde  $\hat{p}_i$  corresponde a la probabilidad estimada con el modelo utilizado, y  $\bar{y}$  corresponde al promedio de  $y_i$ .

### B.2.2. Prueba de predicción

Otra medida de ajuste, generalmente aceptada es el  $Count - R^2$ , calculado como el número de observaciones correctamente predichas mediante el modelo estimado.

$$Count - R^2 = \frac{\text{Número de predicciones correctas}}{\text{Número total de observaciones}} \quad (\text{B.6})$$

Puesto que la probabilidad estimada,  $\hat{p}_i$ , no toma valores iguales a 0 y a 1, sino valores intermedios, se asumirá que  $\hat{y}_i = 1$  si  $\hat{p}_i > 0,5$  y  $\hat{y}_i = 0$  en otro caso. De esta forma, el

indicador de predicción equivale a

$$Count - R^2 = \frac{N - \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{N} \quad (B.7)$$

### B.2.3. Receiver Operating Characteristics Curve

Puesto que la anterior prueba de predicción puede verse sesgada si la muestra está desbalanceada hacia individuos con o sin tratamiento, se sugiere obtener la curva *Receiver Operating Characteristics*. Para calcular esta curva se asume que  $\hat{y}_i = 1$  si  $\hat{p}_i > c$ , y se grafica la fracción de observaciones con  $y_i = 1$ , correctamente clasificadas bajo  $\hat{y}_i$ , contra la fracción de observaciones con  $y_i = 0$ , incorrectamente clasificadas bajo  $\hat{y}_i$ , para cada valor de  $c \in [0, 1]$

### B.2.4. Predicción de probabilidades

La prueba de predicción más sencilla es la de comparar el promedio de la variable resultado,  $\bar{y}$ , con el promedio de las probabilidades estimadas,  $\frac{\sum_i \hat{p}_i}{n}$ . Sin embargo, la diferencia entre estos dos términos siempre será cero, ya que la condición de primer orden del método de MV es

$$\sum_i (y_i - \hat{p}_i) = 0 \quad (B.8)$$

### B.2.5. Signo esperado y Significancia Individual

Los coeficientes de la regresión, tienen un signo asociado al efecto parcial que cada variable  $x_j$  tiene en la variable respuesta, y su significancia estadística<sup>1</sup> está determinada por el

---

<sup>1</sup>la probabilidad de rechazar  $H_0$  cuando es cierta

rechazo o no de la hipótesis nula

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad \text{a un nivel de significancia suficientemente bajo,}$$

teniendo como hipótesis alterna

$$H_1 : \beta_j \neq 0.$$

El estadístico que permite evaluar tal hipótesis es

$$t_{\hat{\beta}_j} = \frac{\hat{\beta}_j - 0}{\sigma(\hat{\beta}_j)} \sim t_{n-k-1} \quad (\text{B.9})$$

#### B.2.6. Significancia conjunta

Para evaluar la importancia del conjunto de variables incluidas en el modelo, se debe contrastar, ya no la significancia individual de una variable sino la significancia conjunta de un grupo de variables.

$$H_0 : \beta_1 = \cdots = \beta_k = 0 \quad \text{a un nivel de significancia suficientemente bajo}$$

teniendo como hipótesis alterna

$$H_1 : H_0 \text{ no es cierta}$$

El estadístico que permite evaluar tal hipótesis es

$$F = \frac{(SSR_r - SSR_{nr})/q}{SSR_{nr}/(n - k - 1)} \sim F_{q, n-k-1} \quad (\text{B.10})$$

donde  $q$  es el número parámetros involucrados en la hipótesis nula.

Puesto que el modelo Logit no es un modelo lineal, la significancia conjunta debe evaluarse mediante la razón de verosimilitud (LR), en lugar del test  $F$ . Esta prueba está basada en

el mismo concepto que la prueba  $F$ . El test  $F$  mide el incremento en la suma de residuos al cuadrado cuando las variables son retiradas del modelo. La razón de verosimilitud está basada en la diferencia del logaritmo de la función de verosimilitud para los modelos no-restringido (con todas sus variables) y restringido (eliminando las variables involucradas en la hipótesis nulas). Si la caída en el logaritmo de la función de verosimilitud es lo suficientemente grande, esto indicará que esta variable es importante en el ajuste del modelo. Siguiendo esta concepción de lo que se quiere probar, el estadístico de prueba es el siguiente:

$$LR = 2(\mathcal{L}_{nr} - \mathcal{L}_r) \sim \chi_q^2 \quad (\text{B.11})$$

donde

$$\mathcal{L} = \ln LF = -\frac{n}{2}\sigma^2 - \frac{n}{2}\ln(2\pi) - \frac{1}{2}\sum_i (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_k x_{ki})^2 \quad (\text{B.12})$$

La diferencia entre los dos términos es multiplicada por dos, debido a que de este modo, la razón tiene una distribución aproximada a  $\chi^2$  bajo la hipótesis nula.

## B.3. Pruebas

Figura B.1: Curva ROC para cada tratamiento

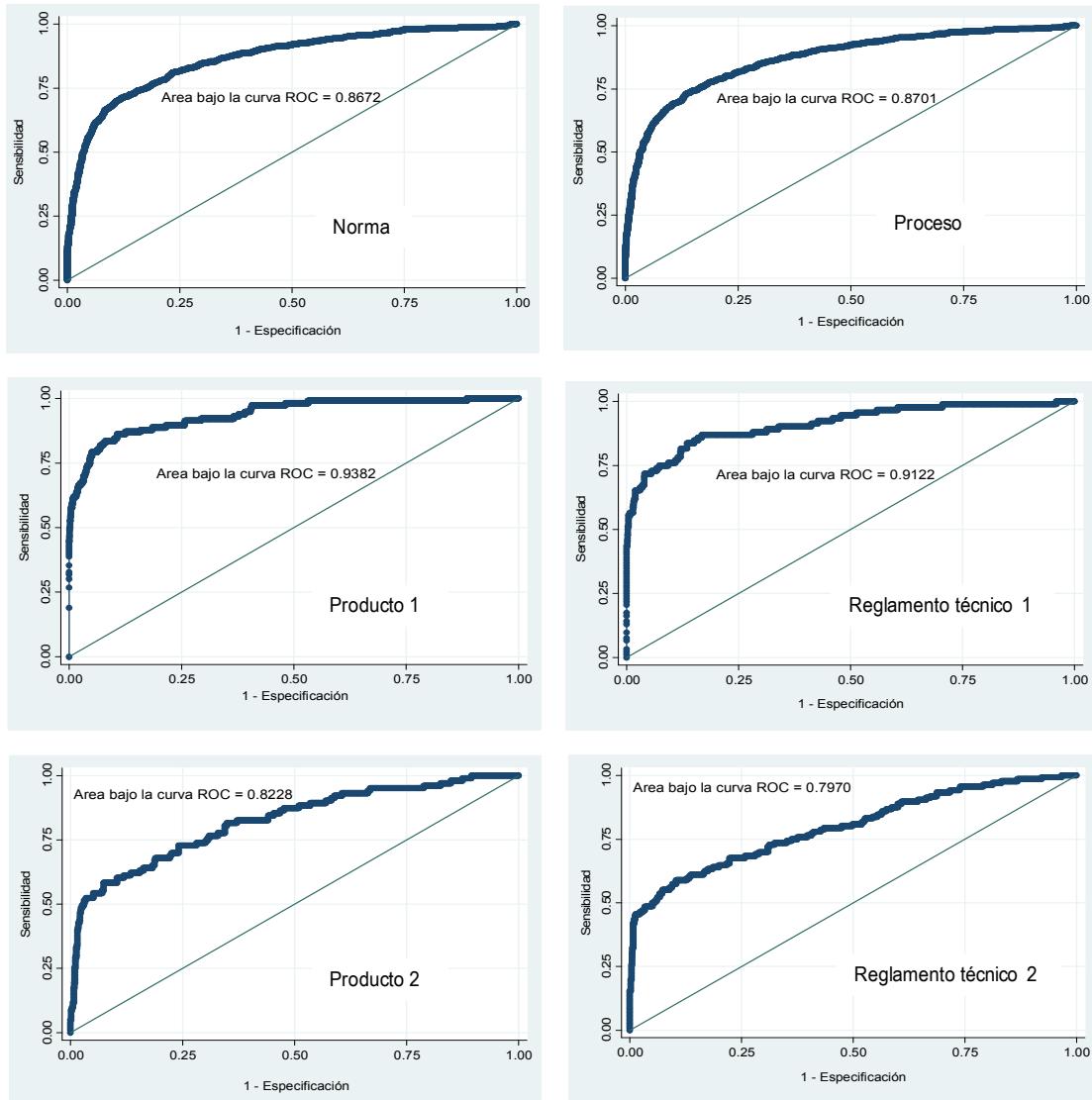


Figura B.2: Soporte común para Norma y Proceso

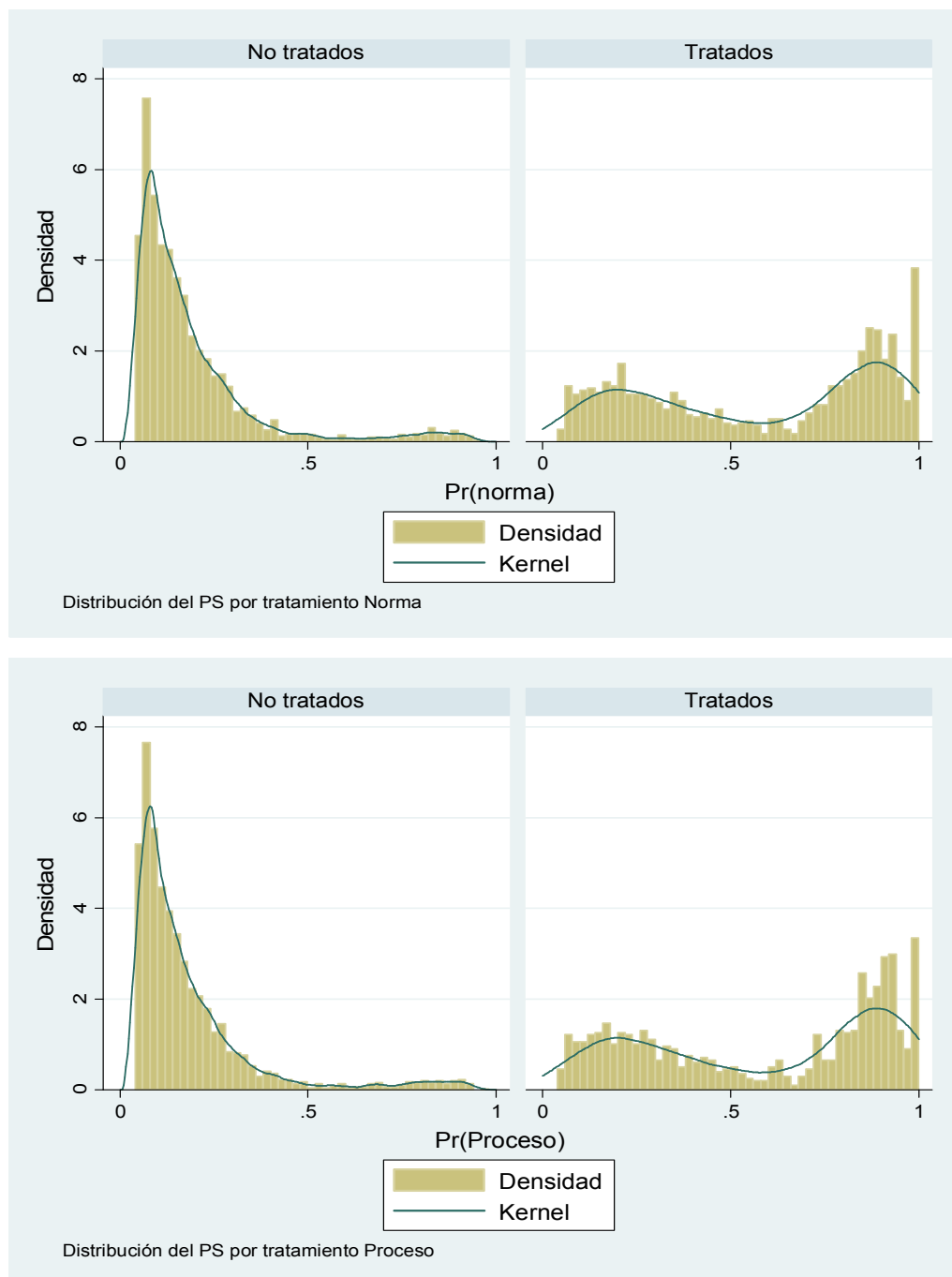




Figura B.3: Soporte común para Producto 1 y RT 1

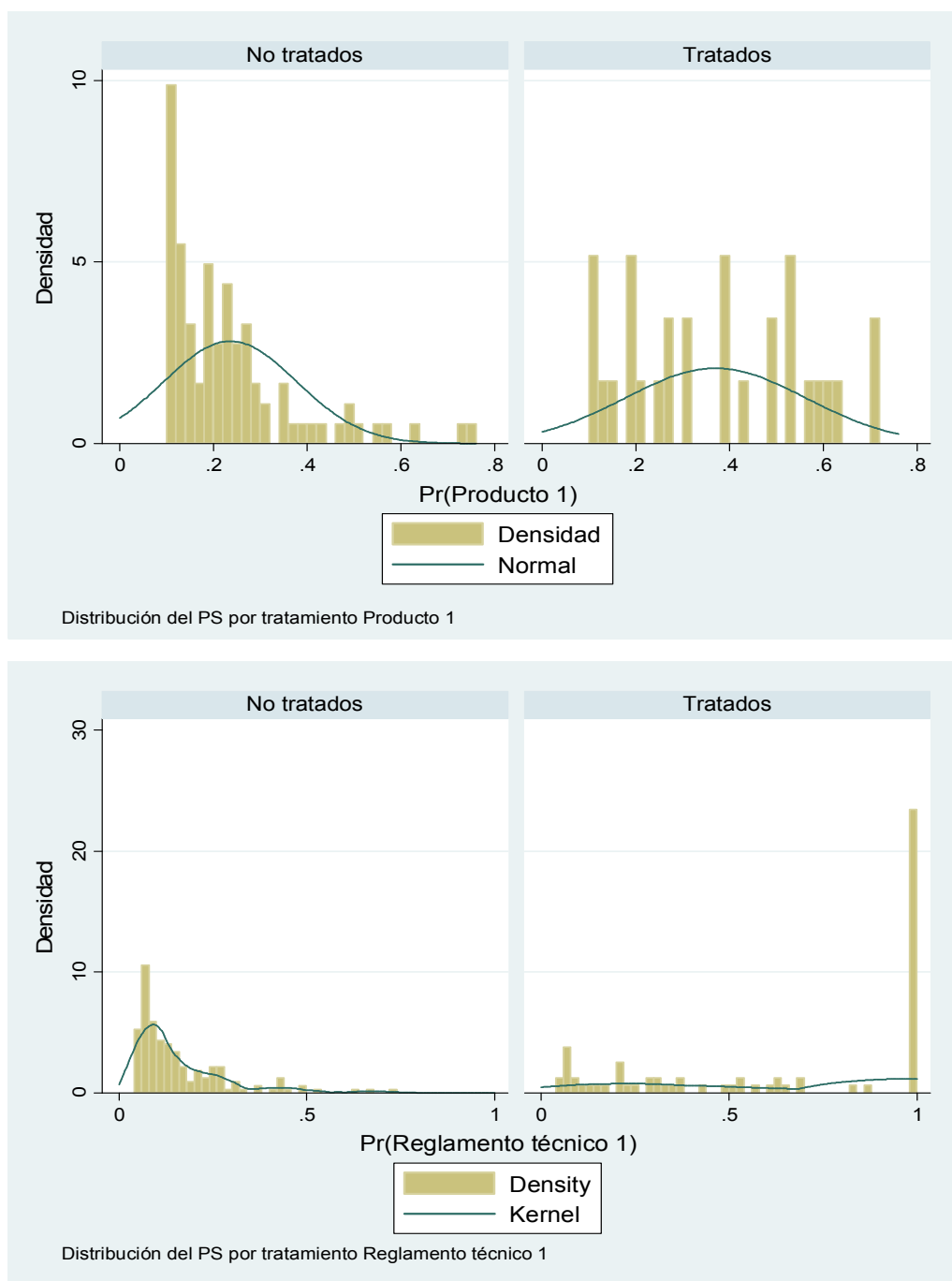
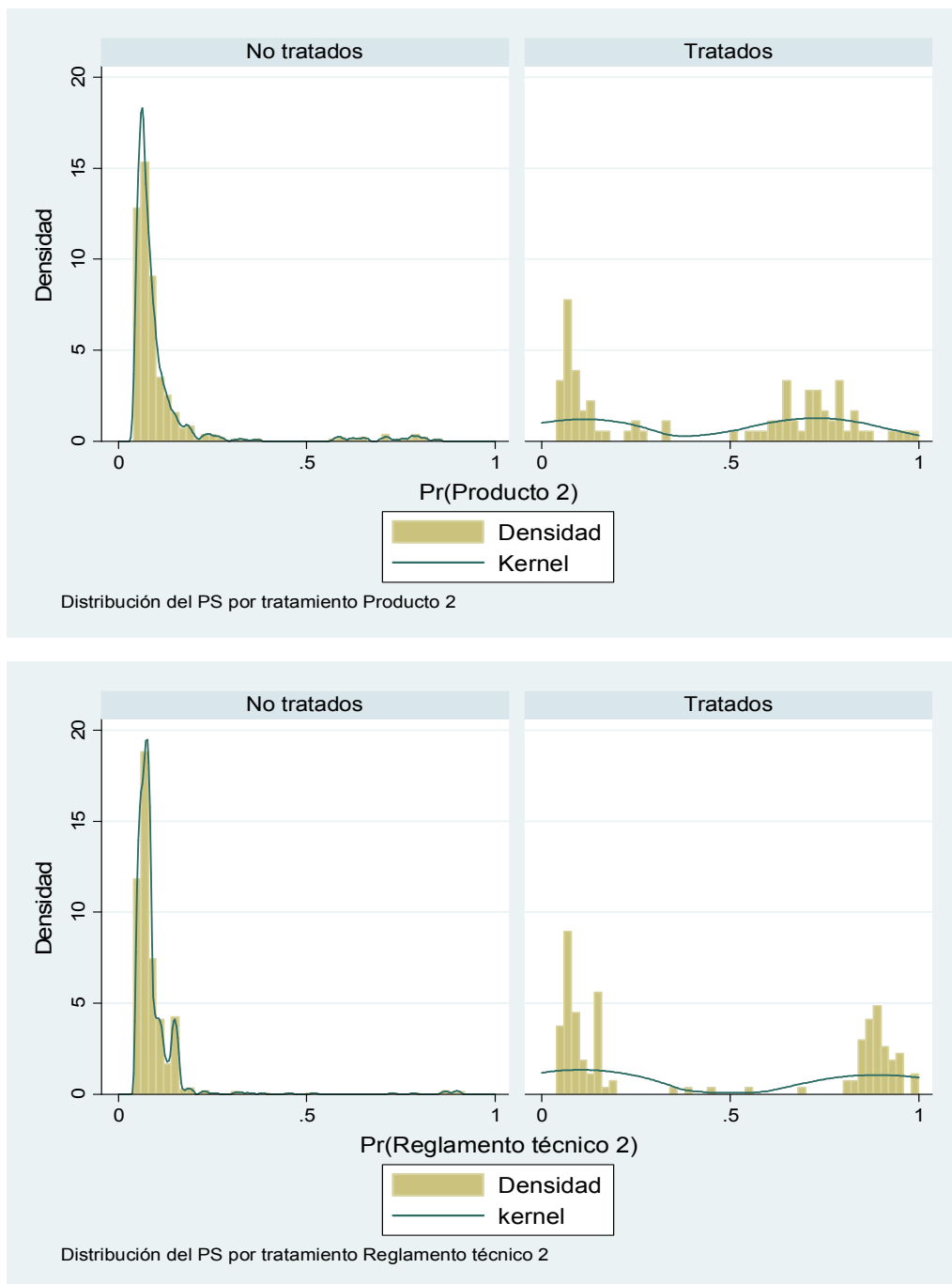


Figura B.4: Soporte común para Producto 2 y RT 2



## Pruebas Panel y *matching*

A continuación se presentan los cuadros de información asociados a los modelos de evaluación de impacto presentados en el capítulo 4. La información presentada corresponde al número de observaciones utilizado en cada modelo, el coeficiente de determinación y la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de significancia conjunta cuando es cierta.

Cuadro C.1: Pruebas modelos de impacto general (cuadro 4.2)

Tratamiento / Tipo de empresa	DID sin control ni soporte común	DID con control sin soporte común	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Valor de exportaciones</b>				
<b>Norma</b>	n=8702	n=7860	n=5054	n=2527
	R2=0,003	R2=0,046	R2=0,222	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Proceso</b>	n=8632	n=7794	n=6361	n=3181
	R2=0,003	R2=0,047	R2=0,225	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 1</b>	n=6470	n=5864	n=240	n=120
	R2=0,014	R2=0,052	R2=0,751	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 1</b>	n=6530	n=5911	n=242	n=121
	R2=0,011	R2=0,913	R2=0,858	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 2</b>	n=2490	n=2228	n=306	n=165
	R2=0,012	R2=0,855	R2=0,773	
	P(F)=0,003	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 2</b>	n=2490	n=2228	n=370	n=204
	R2=0,009	R2=0,877	R2=0,489	
	P(F)=0,003	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Número de productos</b>				
<b>Norma</b>	n=8702	n=7860	n=5054	n=2527
	R2=0,035	R2=0,314	R2=0,334	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Proceso</b>	n=8632	n=7794	n=6361	n=3181
	R2=0,036	R2=0,315	R2=0,332	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 1</b>	n=6470	n=5865	n=240	n=120
	R2=0,016	R2=0,407	R2=0,473	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 1</b>	n=6530	n=5909	n=242	n=121
	R2=0,015	R2=0,395	R2=0,731	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 2</b>	n=2490	n=2228	n=306	n=165
	R2=0,005	R2=0,306	R2=0,685	
	P(F)=0,007	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 2</b>	n=2490	n=2228	n=370	n=204
	R2=0,004	R2=0,452	R2=0,654	
	P(F)=0,013	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Número de destinos</b>				
<b>Norma</b>	n=8702	n=7860	n=5054	n=2527
	R2=0,083	R2=0,484	R2=0,497	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Proceso</b>	n=8632	n=7794	n=6361	n=3181
	R2=0,086	R2=0,493	R2=0,393	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 1</b>	n=6470	n=5864	n=240	n=120
	R2=0,054	R2=0,452	R2=0,708	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 1</b>	n=6530	n=5911	n=242	n=121
	R2=0,045	R2=0,435	R2=0,410	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Producto 2</b>	n=2490	n=2228	n=306	n=165
	R2=0,012	R2=0,437	R2=0,612	
	P(F)=0,000	P(F)=0,000	P(F)=0,000	
<b>Reglamento técnico 2</b>	n=2490	n=2228	n=370	n=204
	R2=0,007	R2=0,609	R2=0,734	
	P(F)=0,001	P(F)=0,000	P(F)=0,000	

Cuadro C.2: Pruebas modelos de impacto por tipo de empresa 1 (cuadro 4.3)

Tratamiento / Tipo de empresa	Valor de exportaciones		Número de productos		Número de destinos	
	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Norma</b>						
<b>Total</b>	n=5054 R2=0,222 P(F)=0,000	n=2527	n=5054 R2=0,334 P(F)=0,000	n=2527	n=5054 R2=0,497 P(F)=0,000	n=2527
Grandes	n=4268 R2=0,250 P(F)=0,000	n=2134	n=4268 R2=0,347 P(F)=0,000	n=2134	n=4268 R2=0,516 P(F)=0,000	n=2134
Medianas	n=588 R2=0,114 P(F)=0,000	n=294	n=588 R2=0,478 P(F)=0,000	n=294	n=588 R2=0,431 P(F)=0,000	n=294
Pequeñas	n=189 R2=0,965 P(F)=0,000	n=95	n=190 R2=0,507 P(F)=0,000	n=95	n=189 R2=0,804 P(F)=0,000	n=95
Exportadoras	n=2642 R2=0,316 P(F)=0,000	n=1321	n=2642 R2=0,247 P(F)=0,000	n=1321	n=2642 R2=0,595 P(F)=0,000	n=1321
No exportadoras	n=2412 R2=0,038 P(F)=0,000	n=1206	n=2412 R2=0,062 P(F)=0,000	n=1206	n=2412 R2=0,129 P(F)=0,000	n=1206
<b>Proceso</b>						
<b>Total</b>	n=6361 R2=0,225 P(F)=0,000	n=3181	n=6361 R2=0,332 P(F)=0,000	n=3181	n=6361 R2=0,393 P(F)=0,000	n=3181
Grandes	n=4300 R2=0,249 P(F)=0,000	n=2150	n=4300 R2=0,348 P(F)=0,000	n=2150	n=4300 R2=0,549 P(F)=0,000	n=2150
Medianas	n=1592 R2=0,420 P(F)=0,000	n=796	n=1592 R2=0,437 P(F)=0,000	n=796	n=1592 R2=0,468 P(F)=0,000	n=796
Pequeñas	n=427 R2=0,953 P(F)=0,000	n=214	n=428 R2=0,353 P(F)=0,000	n=214	n=427 R2=0,571 P(F)=0,000	n=214
Exportadoras	n=2692 R2=0,312 P(F)=0,000	n=1346	n=2692 R2=0,070 P(F)=0,000	n=1346	n=2692 R2=0,620 P(F)=0,000	n=1346
No exportadoras	n=3670 R2=0,209 P(F)=0,000	n=1835	n=3668 R2=0,077 P(F)=0,000	n=1835	n=3668 R2=0,253 P(F)=0,000	n=1835

Cuadro C.3: Pruebas modelos de impacto por tipo de empresa 2 (cuadro 4.4)

Tratamiento / Tipo de empresa	Valor de exportaciones		Número de productos		Número de destinos	
	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Producto 1</b>						
Total	n=240 R2=0,751 P(F)=0,000	n=120	n=240 R2=0,473 P(F)=0,000	n=120	n=240 R2=0,708 P(F)=0,000	n=120
Grandes	n=212 R2=0,840 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,778 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,467 P(F)=0,000	n=106
Exportadoras	n=204 R2=0,737 P(F)=0,000	n=102	n=204 R2=0,479 P(F)=0,000	n=102	n=204 R2=0,431 P(F)=0,000	n=102
<b>Reglamento técnico 1</b>						
Total	n=242 R2=0,858 P(F)=0,000	n=121	n=242 R2=0,731 P(F)=0,000	n=121	n=242 R2=0,410 P(F)=0,000	n=121
Grandes	n=230 R2=0,832 P(F)=0,000	n=115	n=230 R2=0,721 P(F)=0,000	n=115	n=230 R2=0,349 P(F)=0,000	n=115
Exportadoras	n=238 R2=0,839 P(F)=0,000	n=119	n=238 R2=0,735 P(F)=0,000	n=119	n=238 R2=0,735 P(F)=0,000	n=119
<b>Producto 2</b>						
Total	n=306 R2=0,773 P(F)=0,000	n=165	n=306 R2=0,685 P(F)=0,000	n=165	n=306 R2=0,612 P(F)=0,000	n=165
Grandes	n=236 R2=0,759 P(F)=0,000	n=126	n=236 R2=0,686 P(F)=0,000	n=126	n=236 R2=0,625 P(F)=0,000	n=126
Medianas	n=50 R2=0,876 P(F)=0,000	n=29	n=50 R2=0,860 P(F)=0,000	n=29	n=50 R2=0,888 P(F)=0,000	n=29
Exportadoras	n=212 R2=0,811 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,706 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,835 P(F)=0,000	n=106
No exportadoras	n=94 R2=0,998 P(F)=0,000	n=47	n=94 R2=0,627 P(F)=0,000	n=47	n=94 R2=0,975 P(F)=0,000	n=47
<b>Reglamento técnico 2</b>						
Total	n=370 R2=0,489 P(F)=0,000	n=204	n=370 R2=0,654 P(F)=0,000	n=204	n=370 R2=0,734 P(F)=0,000	n=204
Grandes	n=134 R2=0,708 P(F)=0,000	n=71	n=134 R2=0,677 P(F)=0,000	n=71	n=134 R2=0,795 P(F)=0,000	n=71
Medianas	n=176 R2=0,822 P(F)=0,000	n=100	n=176 R2=0,361 P(F)=0,000	n=100	n=176 R2=0,588 P(F)=0,000	n=100
Exportadoras	n=158 R2=0,733 P(F)=0,000	n=79	n=158 R2=0,729 P(F)=0,000	n=79	n=158 R2=0,713 P(F)=0,000	n=79
No exportadoras	n=212 R2=0,859 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,107 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,257 P(F)=0,000	n=106

Cuadro C.4: Pruebas modelos de impacto por sectores 1 (cuadro 4.5)

Tratamiento / Tipo de empresa	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Norma</b>						
<b>Total</b>	n=5054 R2=0,222 P(F)=0,000	n=2527	n=5054 R2=0,334 P(F)=0,000	n=2527	n=5054 R2=0,497 P(F)=0,000	n=2527
Alimentos, bebidas y tabaco	n=1160 R2=0,089 P(F)=0,000	n=580	n=1160 R2=0,357 P(F)=0,000	n=580	n=1160 R2=0,315 P(F)=0,000	n=580
Caucho y plástico	n=438 R2=0,347 P(F)=0,000	n=219	n=438 R2=0,546 P(F)=0,000	n=219	n=438 R2=0,605 P(F)=0,000	n=219
Edición, impresión y reproducción	n=284 R2=0,145 P(F)=0,000	n=142	n=284 R2=0,321 P(F)=0,000	n=142	n=284 R2=0,516 P(F)=0,000	n=142
Maquinaria, equipos y aparatos eléctricos	n=388 R2=0,954 P(F)=0,000	n=194	n=388 R2=0,513 P(F)=0,000	n=194	n=388 R2=0,641 P(F)=0,000	n=194
Metales y minerales	n=550 R2=0,489 P(F)=0,000	n=275	n=550 R2=0,520 P(F)=0,000	n=275	n=550 R2=0,670 P(F)=0,000	n=275
Madera y papel	n=212 R2=0,354 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,384 P(F)=0,000	n=106	n=212 R2=0,613 P(F)=0,000	n=106
Muebles	n=294 R2=0,533 P(F)=0,000	n=147	n=294 R2=0,538 P(F)=0,000	n=147	n=294 R2=0,553 P(F)=0,000	n=147
Químicos	n=544 R2=0,481 P(F)=0,000	n=272	n=544 R2=0,480 P(F)=0,000	n=272	n=544 R2=0,622 P(F)=0,000	n=272
Textiles, prendas, pieles y cueros	n=958 R2=0,167 P(F)=0,000	n=479	n=958 R2=0,477 P(F)=0,000	n=479	n=958 R2=0,582 P(F)=0,000	n=479
Vehículos y equipo de transporte	n=158 R2=0,828 P(F)=0,000	n=79	n=158 R2=0,609 P(F)=0,000	n=79	n=158 R2=0,578 P(F)=0,000	n=79

Cuadro C.5: Pruebas modelos de impacto por sectores 2 (cuadro 4.5)

Tratamiento / Tipo de empresa	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02	DID con control con soporte común	Matching-DID con radio de 0,02
<b>Proceso</b>						
<b>Total</b>	n=6361 R2=0,225 P(F)=0,000	n=3181	n=6361 R2=0,332 P(F)=0,000	n=3181	n=6361 R2=0,393 P(F)=0,000	n=3181
Alimentos, bebidas y tabaco	n=1340 R2=0,083 P(F)=0,000	n=670	n=1340 R2=0,351 P(F)=0,000	n=670	n=1340 R2=0,330 P(F)=0,000	n=670
Caucho y plástico	n=528 R2=0,352 P(F)=0,000	n=264	n=528 R2=0,544 P(F)=0,000	n=264	n=528 R2=0,622 P(F)=0,000	n=264
Edición, impresión y reproducción	n=440 R2=0,139 P(F)=0,000	n=220	n=440 R2=0,340 P(F)=0,000	n=220	n=440 R2=0,563 P(F)=0,000	n=220
Maquinaria, equipos y aparatos eléctricos	n=514 R2=0,589 P(F)=0,000	n=257	n=514 R2=0,644 P(F)=0,000	n=257	n=514 R2=0,686 P(F)=0,000	n=257
Metales y minerales	n=802 R2=0,425 P(F)=0,000	n=401	n=802 R2=0,485 P(F)=0,000	n=401	n=802 R2=0,635 P(F)=0,000	n=401
Madera y papel	n=272 R2=0,390 P(F)=0,000	n=136	n=272 R2=0,418 P(F)=0,000	n=136	n=272 R2=0,677 P(F)=0,000	n=136
Muebles	n=402 R2=0,521 P(F)=0,000	n=201	n=402 R2=0,545 P(F)=0,000	n=201	n=402 R2=0,549 P(F)=0,000	n=201
Químicos	n=642 R2=0,466 P(F)=0,000	n=321	n=642 R2=0,335 P(F)=0,000	n=321	n=642 R2=0,637 P(F)=0,000	n=321
Textiles, prendas, pieles y cueros	n=1152 R2=0,164 P(F)=0,000	n=576	n=1152 R2=0,497 P(F)=0,000	n=576	n=1152 R2=0,610 P(F)=0,000	n=576
Vehículos y equipo de transporte	n=193 R2=0,554 P(F)=0,000	n=97	n=193 R2=0,491 P(F)=0,000	n=97	n=193 R2=0,578 P(F)=0,000	n=97

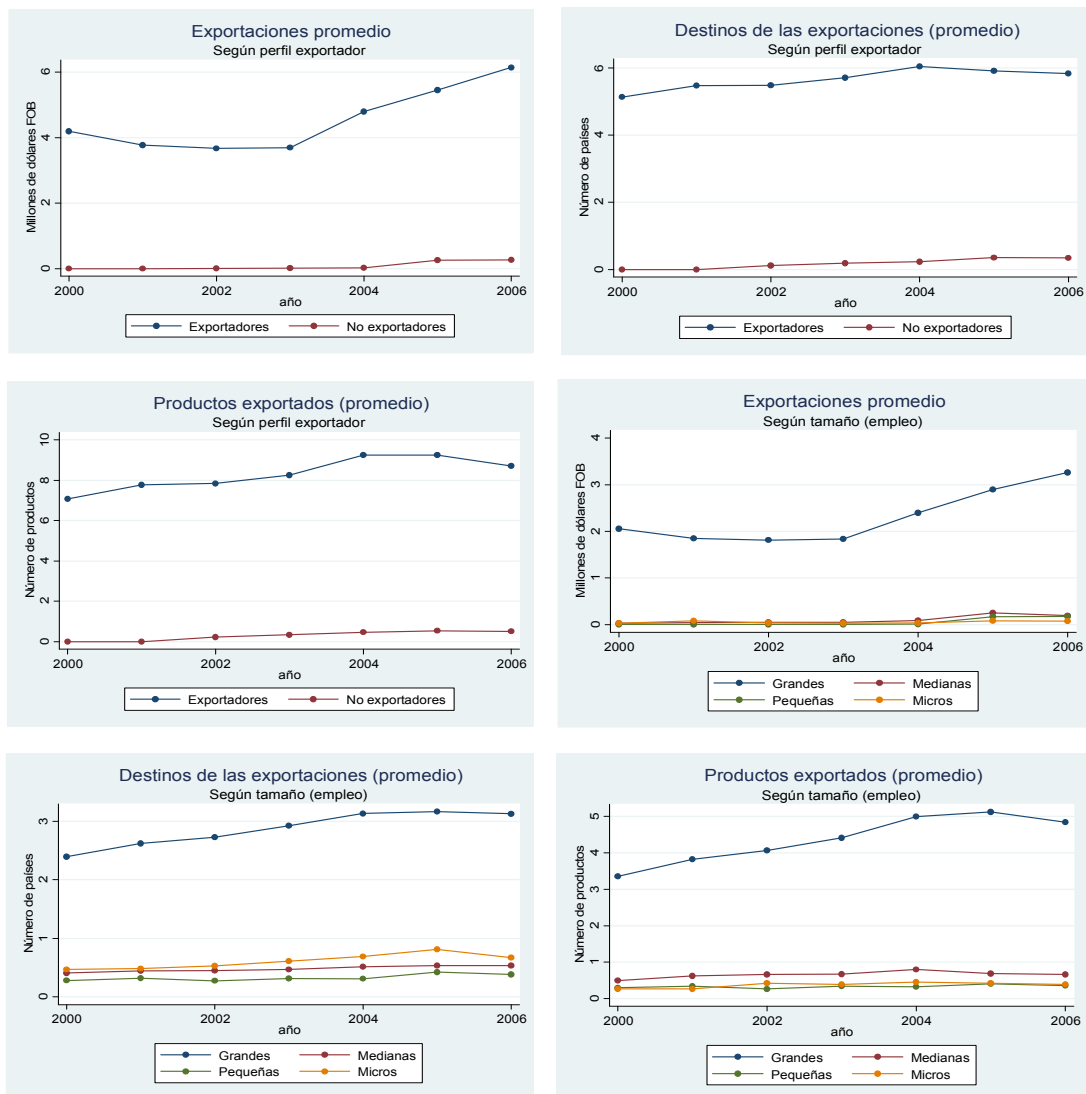


## Apéndice **D**

### Desempeño exportador

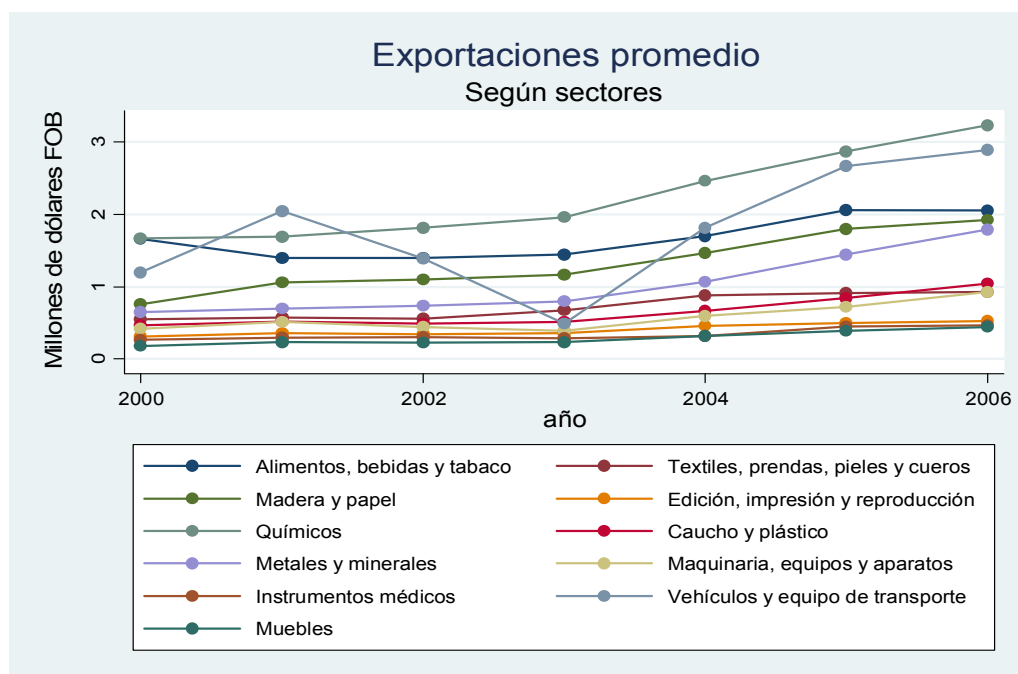
A continuación se presenta el desempeño exportador promedio para grupos de empresas, diferenciando por tamaño, experiencia exportadora y sector al que pertenecen. Debe aclararse que la intención de este diagnóstico es caracterizar a la empresa y no al grupo, es decir, caracterizar el desempeño exportador, por ejemplo, de una empresa grande frente al de una pequeña, razón por la cual se utiliza el promedio simple del valor de las exportaciones, del número de diferentes productos exportados y del número de diferentes destinos comerciales.

Figura D.1: Desempeño exportador por experiencia y tamaño



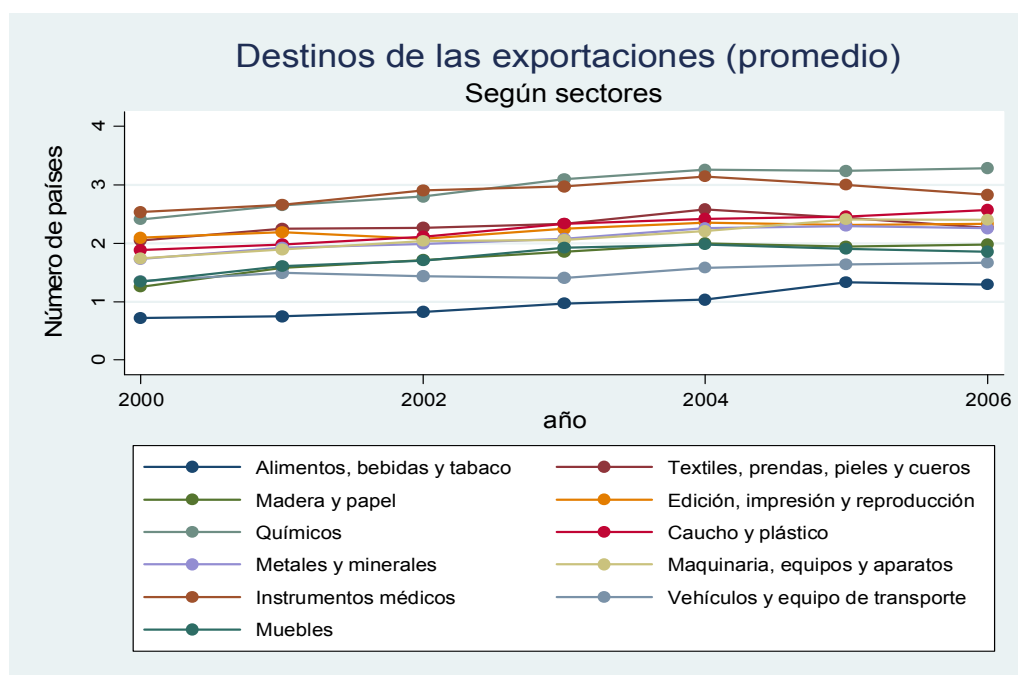
Fuente: Elaboración propia, basada en datos del DANE.

Figura D.2: Exportaciones por sectores



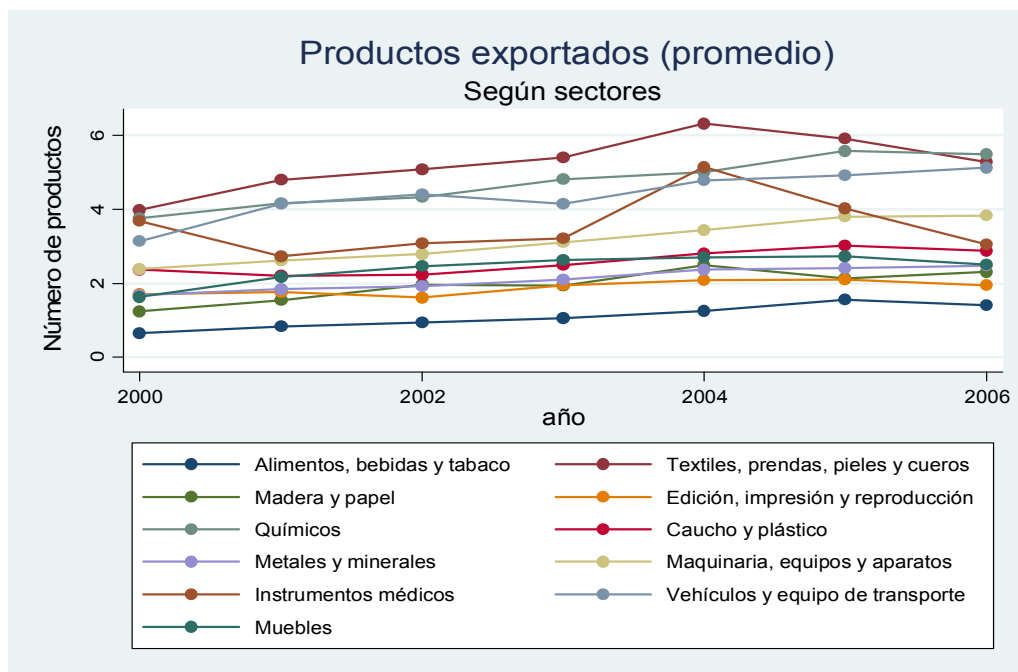
Fuente: Elaboración propia, basada en datos del DANE.

Figura D.3: Destinos de exportaciones por sectores



Fuente: Elaboración propia, basada en datos del DANE.

Figura D.4: Productos exportados por sectores



Fuente: Elaboración propia, basada en datos del DANE.

# Apéndice **E**

## Normas y Variables

### E.1. NIT

Para la verificación de la calidad de los NITs diligenciados por los exportadores en las Declaraciones de Exportación, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo del dígito de verificación, obtenida de la DIAN. El Número de Identificación Tributaria (NIT) se descompone en sus nueve dígitos,  $\alpha_i$ , donde  $i = 1, \dots, 9$ . Cada dígito se multiplica por un número y se obtiene la sumatoria de los diferentes productos, utilizando la siguiente función:

$$\Sigma = 41\alpha_1 + 37\alpha_2 + 29\alpha_3 + 23\alpha_4 + 19\alpha_5 + 17\alpha_6 + 13\alpha_7 + 7\alpha_8 + 3\alpha_9.$$

Luego, se calcula el residuo,  $\Upsilon$ , de la división  $\frac{\Sigma}{11}$ . Finalmente, el dígito de verificación  $\delta$  se calcula como

$$\delta = \begin{cases} 0 & \text{si } \Upsilon = 0 \\ 1 & \text{si } \Upsilon = 1 \\ 11 - \Upsilon & \text{si } \Upsilon > 1 \end{cases}$$

## E.2. Normas

Cuadro E.1: Normas de proceso (internacionales) en la EDIT II

Tipo de norma	Descripción	Número de certificados de proceso
ISO 9001 2000	Requisitos para el aseguramiento de la calidad, para proveer confianza mediante la demostración de conformidad con los requisitos establecidos para el producto o servicio. Abarca la calidad en el diseño, la producción, la instalación y el servicio pos venta	652
ISO 9000 2000	Especifica un conjunto de normas sobre calidad y gestión continua de calidad, especificando la manera en que una organización opera, sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio	396
BPM	Son prácticas que rigen sobre varios aspectos de la manufactura, ensamblado, fabricación y otras áreas prácticas y diversas industrias como en la farmacéutica y la alimenticia	105
ISO 14001	Crea un enfoque sistemático para las actividades ambientales y la mejora en los procesos en las empresas. Demuestra el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente en el país	33
HACCP	Sistema para la inocuidad de los alimentos basada en las directrices establecidas del CAC/RCP 1 del Codex Alimentarius Comisión	26
BASC	Esta norma está destinada a ayudar a las organizaciones en el desarrollo de una propuesta de Gestión en Control y Seguridad en el Comercio Internacional. Los tipos de normas incluyen programas de seguridad de carga, en frontera terrestre, en Aduanas y Transporte Marítimo	17
QS 9000	Es la norma ISO 9000 adaptada al sector automotriz	16
ISO 9002	Igual que la ISO 9001 pero sólo abarca la calidad en la producción e instalación	8
WRAP	Certifica el cumplimiento de normas globales de responsabilidad social, así como asegurar que los productos elaborados se fabrican en condiciones legales, humanas y éticas	7
ISO TS 16949	Esta especificación unifica y sustituye las normas de sistemas de calidad norteamericanas, alemanas, francesas e italianas existentes. Se publicó en 1999 y se revisó en 2002	6
ISO 9001 anteriores	Requisitos para el aseguramiento de la calidad, para proveer confianza mediante la demostración de conformidad con los requisitos establecidos para el producto o servicio. Abarca la calidad en el diseño, la producción, la instalación y el servicio pos venta	4
NIMF	Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias	4
OHSAS	Armoniza los requisitos existentes en seguridad y salud ocupacional. Desarrollado como una herramienta que facilita la integración de los requisitos de seguridad y salud ocupacional con los requisitos de calidad ISO 9000 y de administración ambiental ISO 14000	3
Otras	KOSHER, RUC, BASF, NOP, CDMB, ASME, EAQF, entre otras	45
<b>Total</b>		<b>1.322</b>

Fuente: Elaboración propia, basada en la EDIT II del DANE.

Cuadro E.2: Normas de producto (nacionales) en la EDIT II

Tipo de norma	Descripción	Número de certificados de producto
NTC	No especifican tipo de NTC	11
NTC 121	Ingeniería civil y arquitectura. Cemento portland. Especificaciones físicas y mecánicas	2
NTC 1329	Prefabricados en concreto. Postes de concreto armado para líneas aéreas de energía y telecomunicaciones	2
NTC 160	Ingeniería civil y arquitectura. Placas onduladas de asbesto cemento para cubiertas y revestimientos	2
NTC 2117	Balastos para bombillas de descarga (excluidas las bombillas fluorescentes tubulares) requisitos generales y de seguridad	2
NTC 382	Plásticos. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) clasificados según la presión (serie RDE)	2
NTC 411	Bebidas alcohólicas. Anís o anisadas	2
NTC 611	Industrias alimentarias. Azúcar blanco	2
NTC 1056	Postes de eucalipto para líneas de energía y telecomunicaciones	1
NTC 1152	Baterías primarias (pilas eléctricas)	1
NTC 1276	Atún en conserva	1
NTC 1325	Productos cárnicos procesados no enlatados	1
NTC 1339	Accesorios de Policloruro de vinilo (PVC) Schedule 40	1
NTC 1362	Cemento Portland Blanco	1
NTC 1731	Petróleo y sus derivados. Grasas lubricantes para uso automotor	1
NTC 1749	Maquinaria agrícola. Bombas manuales de aspersión (de espalda) de presión hidráulica, tipo embolo	1
NTC 1798	Artículos de uso doméstico. Ollas a presión	1
NTC 189	Bombillas eléctricas de filamento de Tungsteno para uso doméstico y uso de similares de iluminación en general	1
NTC 1985	Aceros de calidad estructural de alta resistencia baja aleación al niobio (columbio) vanadi	1
NTC 2133	Especificaciones para fusibles tipo expulsión de alta tensión para distribución, cortacircuitos, seccionadores de fusibles e hilos fusibles	1
NTC 2230	Luminarias. Requisitos generales y ensayos	1
NTC 2274	Textiles y confecciones. Hilo con núcleo de poliéster recubierto con fibras naturales o con recubrimiento de fibras naturales o con recubrimiento de fibras sintéticas cortadas	1
NTC 2289	Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto	1

Fuente: Elaboración propia, basada en la EDIT II del DANE.

Cuadro E.3: Normas de producto (nacionales) en la EDIT II - continuación

Tipo de norma	Descripción	Número de certificados de producto
NTC 264	Grasas y aceites comestibles vegetales y animales. Aceite de Girasol	1
NTC 2663	Electrotecnia. Herrajes y accesorios para redes y líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Abrazaderas o collarines	1
NTC 267	Harina de trigo fortificada	1
NTC 3277	Electrotecnia. Alambres y cables con aislamiento de caucho	1
NTC 340	Información del rotulado de productos textiles	1
NTC 3534	Café tostado y molido	1
NTC 3826	Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas industriales y de alcantarillado a presión	1
NTC 3873	Reguladores de presión para GLP	1
NTC 401	Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado	1
NTC 4011	Productos planos de acero recubiertos con zinc (galvanizados) o recubiertos en aleación hierro zinc (galvano recocido) mediante procesos de inmersión en caliente	1
NTC 4585	Tubos de polietileno para distribución de agua. Especificaciones. Serie Métrica	1
NTC 4694	Placas onduladas de fibrocemento para cubiertas y revestimientos	1
NTC 522-1	Recipientes metálicos y cilindros de acero con costura para gas licuados del petróleo	1
NTC 671	Arroz elaborado (blanco) para consumo	1
NTC 692	Automotores, separadores para baterías de plomo ácido	1
NTC 776	Postes de madera para líneas de energía	1
NTC 778	Industrias alimentarias. Azúcar refinado	1
NTC 978	Vehículos automotores. Baterías de plomo ácido	1
Otra	No se especifica el tipo de norma	64
Sello de calidad	Con esta certificación las empresas demuestran, de forma permanente, que sus productos cumplen con un referencial (Norma Técnica Colombiana, norma internacional, resolución, reglamento o especificación técnica que establece los requisitos que debe cumplir el producto), bajo sistemas de calidad, eficientes y confiables	19
Diferentes	Normas para las que no se encuentra la descripción	10
<b>Total</b>		<b>151</b>

Fuente: Elaboración propia, basada en la EDIT II del DANE.



## E.3. Variables

Cuadro E.4: Variables incluidas en el *propensity score*

Variable	Descripción	Unidad	Fuente
<b>Desempeño exportador pre-tratamiento</b>			
Número de países de destino de las exportaciones por año	Promedio del número de países de destino de las exportaciones anuales entre 2000 y 2001	Número de países	DIAN-DANE, 2000-2001 (Cálculos propios)
Experiencia exportadora 2000-2001	Dummy igual a 1 si la empresa exportó en 2000 y 2001. 0 si no exportó ni en 2000 ni en 2001	Dicotómica (1-0)	DIAN-DANE, 2000-2001 (Cálculos propios)
Número de productos exportados por año	Promedio del número de productos exportados anualmente entre 2000 y 2001	Número de productos	DIAN-DANE, 2000-2001 (Cálculos propios)
Valor de exportaciones por año	Promedio de exportaciones anuales entre 2000 y 2001	Millones de dólares FOB	DIAN-DANE, 2000-2001 (Cálculos propios)
<b>Tamaño y productividad</b>			
Empresas grandes	Dummy igual a 1 si la empresa es grande. 0 en otro caso.	Dicotómica (1-0)	DANE, EAM 2002 (cálculos propios)
Personal ocupado	Personal ocupado total 2002	Número de empleados	DANE, EAM 2002
Producción bruta	Producción bruta 2002	Miles de pesos corrientes y logaritmo natural	DANE, EAM 2002
Productividad laboral	Razón entre el valor total de producción a precio de venta en fábrica y el número total de personal ocupado (2002)	Razón miles de pesos / empleado	DANE, EAM 2002 (Cálculos propios)
Razón consumo intermedio a producción bruta	Razón entre consumo intermedio y producción bruta (2002)	Razón miles de pesos / miles de pesos	DANE, EAM 2002 (Cálculos propios)
Valor agregado	Diferencia entre el valor total de producción (a precio de venta en fábrica) y el valor total del consumo intermedio (a precio de costo) 2002	Miles de pesos corrientes y logaritmo natural	DANE, EAM 2002 (Cálculos propios)
Valor agregado por trabajador	Razón de el valor agregado y el número total de personal ocupado (2002)	Razón miles de pesos / empleado	DANE, EAM 2002 (Cálculos propios)
<b>Ciencia, Tecnología e Innovación</b>			
Actividades de Desarrollo Tecnológico	Realizó actividades de desarrollo tecnológico en el 2002 (1=sí, 0=no)	Dicotómica (1-0)	DANE, EDIT II Industria
Financiación de certificación	Valor financiado en Instrumentos de normalización, certificación y calidad	Miles de pesos corrientes	DANE, EDIT II Industria
Gasto en innovación tecnológica	Gasto total en innovación tecnológica	Miles de pesos corrientes	DANE, EDIT II Industria
Gastos en calidad	Gastos en control, aseguramiento y certificación de la calidad-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002
Inversión en aplicación de normas	Monto invertido durante el año 2002 en aplicación de las normas ISO 9000	Miles de pesos corrientes	DANE, EDIT II Industria
Inversión en capital	Total inversión en tecnologías incorporadas al capital 2002	Miles de pesos corrientes	DANE, EDIT II Industria
Inversión en desarrollo tecnológico	Total inversiones en desarrollo tecnológico	Miles de pesos corrientes y logaritmo natural	DANE, EDIT II Industria
Inversión en maquinaria	Adquisición de maquinaria y equipo nuevo destinado a la modernización tecnológica de la producción	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002
Patentes solicitadas	¿Cuántas patentes ha solicitado en el período 1996-2002?	Número de solicitudes	DANE, EDIT II Industria
Registros de signos distintivos y marcas solicitadas	¿Cuántos registros de signos distintivos y marcas ha solicitado en el período 2001-2002?	Número de solicitudes	DANE, EDIT II Industria
<b>Otras</b>			
Contratación con el Estado	¿Su empresa ha provisto bienes o servicios a alguna entidad del Estado durante el período 1998-2002?	Dicotómica (1-0)	DANE, EDIT II Industria
Inversión en capacitación de personal	Valor total en capacitación de personal ocupado	Miles de pesos corrientes	DANE, EDIT II Industria

Cuadro E.5: Variables incluidas en el panel

Variable	Descripción	Unidad	Fuente
<b>Desempeño exportador pre-tratamiento</b>			
Experiencia exportadora 2000-2001	Dummy igual a 1 si la empresa exportó en 2000 y 2001. 0 si no exportó ni en 2000 ni en 2001	Dicotómica (1-0)	DIAN-DANE, 2000-2001 (Cálculos propios)
<b>Tamaño y productividad</b>			
Activos fijos	Valor ajustado en libros de los activos fijos	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Consumo intermedio	Valor de consumo intermedio a precio de costo	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Costo de personal administrativo	Costos de personal ocupado: Directivos y empleados de administración y ventas	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Costo de personal total	Costos del total de personal ocupado	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Empresas grandes	Dummy igual a 1 si la empresa es grande. 0 en otro caso.	Dicotómica (1-0)	DANE, EAM 2002-2006 (Cálculos propios)
Inversión en activos fijos	Inversión en activos fijos	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Personal ocupado	Personal ocupado total	Número de empleados	DANE, EAM 2002-2006
Personal total de producción	Personal de producción: profesionales, técnicos, tecnólogos, obreros y operarios	Número de empleados	DANE, EAM 2002-2006
Producción bruta	Producción bruta	Miles de pesos corrientes y logaritmo natural	DANE, EAM 2002-2006
Productividad laboral	Razón entre el valor total de producción a precio de venta en fábrica y el número total de personal ocupado	Razón miles de pesos / empleado	DANE, EAM 2002-2006 (Cálculos propios)
Razón consumo intermedio a producción bruta	Razón entre consumo intermedio y producción bruta	Razón miles de pesos / miles de pesos	DANE, EAM 2002-2006 (Cálculos propios)
Valor agregado	Diferencia entre el valor total de producción (a precio de venta en fábrica) y el valor total del consumo intermedio (a precio de costo) 2002	Miles de pesos corrientes y logaritmo natural	DANE, EAM 2002-2006 (Cálculos propios)
Valor agregado por trabajador	Razón de el valor agregado y el número total de personal ocupado	Razón miles de pesos / empleado	DANE, EAM 2002-2006 (Cálculos propios)
<b>Ciencia, Tecnología e Innovación</b>			
Adquisición de equipos en IDT	Adquisición de equipos de laboratorio y otros equipos especiales, utilizados en actividades de investigación y desarrollo tecnológico-Extranjero	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Gastos extranjeros en calidad	Gastos en control, aseguramiento y certificación de la calidad-Extranjero	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Gastos totales en calidad	Gastos en control, aseguramiento y certificación de la calidad-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Inversión extranjera en TICS	Adquisición de nuevas tecnologías de información y comunicaciones-Extranjera	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Inversión extranjera en maquinaria	Adquisición de maquinaria y equipo nuevo destinado a la modernización tecnológica de la producción-Extranjera	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Inversión total en maquinaria	Adquisición de maquinaria y equipo nuevo destinado a la modernización tecnológica de la producción-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Inversión total en TICS	Adquisición de nuevas tecnologías de información y comunicaciones-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
<b>Capacitación</b>			
Capacitación en nuevas tecnologías	Asesoría y capacitación en nuevas tecnologías para el personal ocupado-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
Capacitación en nuevas tecnologías	Asesoría y capacitación en nuevas tecnologías para el personal ocupado-Total	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006
<b>Otras</b>			
Gasto en publicidad	Gastos totales en propaganda y publicidad	Miles de pesos corrientes	DANE, EAM 2002-2006